

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS**  
**Curso de Graduação em Farmácia-Bioquímica**

**Plataforma Integrada de Ensino: Utilização de novas tecnologias  
para aprimorar o ensino de química em analítica instrumental**

**Lucas de Brito Ayres**

Trabalho de Conclusão do Curso de  
Farmácia-Bioquímica da Faculdade de  
Ciências Farmacêuticas da  
Universidade de São Paulo.

Orientador(a):

Prof.(a). Dr(a) Fernando Silva Lopes

São Paulo

2019

## SUMÁRIO

	Pág.
Lista de Abreviaturas .....	1
RESUMO .....	2
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>6</b>
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>7</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>9</b>
4.1. PLATAFORMA INTEGRADA DE ENSINO: PRINCÍPIOS NORTEADORES	9
4.2. PLATAFORMA INTEGRADA DE ENSINO: APLICATIVO ANDROID	10
<b>4.2.1. Plataforma Integrada de Ensino: Módulo 1 - FLUOROMETER DATA</b>	<b>11</b>
4.3. PLATAFORMA INTEGRADA DE ENSINO: INSTRUMENTO ANALÍTICO DE BAIXO CUSTO	12
<b>4.3.1. Instrumento analítico de baixo custo: firmware, modelos 3D e diagrama esquemático</b>	<b>14</b>
<b>4.3.1 Avaliação do fluorímetro portátil mediante obtenção da curva de calibração da espécie química quinino</b>	<b>15</b>
4.4 SISTEMA DE NOTIFICAÇÕES	17
<b>5. CONCLUSÃO</b>	<b>21</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>22</b>
<b>7. ANEXOS</b>	<b>25</b>

**LISTA DE ABREVIATURAS**

PIE	Plataforma Integrada de Ensino
ITT	<i>Integrated Teaching Tool</i>
A/D	Analógico-Digital
D/A	Digital-Analógico
FFF	Fabricação por Fusão de Filamento

## RESUMO

Ayres, L.B. **Plataforma Integrada de Ensino: Utilização de novas tecnologias para aprimorar o ensino de química em analítica instrumental**. 2019. no. f. Trabalho de Conclusão de Curso de Farmácia-Bioquímica – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Palavras-chave: [Ensino; Android; *Open Source*; Instrumentação Analítica]

Embora a abordagem experimental no ensino seja reconhecida como a melhor forma de consolidar o conhecimento adquirido em aulas teóricas, ainda há dificuldades na implementação dessa proposta quando instrumentação de alto custo é necessária. Esse é o cenário em que se encontra o ensino em Química Analítica instrumental, tanto em instituições de educação à nível médio-técnico como superior. Nesse contexto, estratégias baseadas em tecnologias open-source como microcontroladores Arduino, impressoras 3D e aplicativos para sistemas Android mostraram-se promissoras por diminuir os custos de produção e facilitarem o desenvolvimento de equipamentos químicos para aplicações educacionais e/ou específicas. Nesse âmbito, o presente trabalho visa propor uma Plataforma Integrada baseada em tecnologias open source para o aprimoramento no ensino em química analítica instrumental. Enseja-se que a Plataforma seja capaz de gerenciar instrumentos analíticos de baixo custo via comunicação BLUETOOTH, disponibilize conteúdo teórico e/ou técnico referente a técnica analítica a ser estudada e permita o monitoramento assim como o envio de notificações educacionais para o smartphone dos estudantes. A Plataforma Integrada proposta foi estruturada em três pilares fundamentais: i) instrumentos analíticos de baixo custo; ii) aplicativos Android; iii) conteúdo teórico e técnico de fácil acesso. De tal modo, obteve-se um fluorímetro portátil sem fio como instrumento químico de baixo custo da Plataforma Integrada. O instrumento é totalmente gerenciado via BLUETOOTH pelo módulo FLUOROMETER DATA, constituinte do aplicativo Plataforma Integrada de Ensino para sistemas Android, dispõem de microcontroladora Teensy 3.1, bloco óptico de análise impresso em 3D, LED UV de alta potência, filtro secundário e circuito eletrônico auxiliar. Quanto

a proposta educacional, além de gerenciar o instrumento químico o próprio aplicativo Plataforma Integrada disponibiliza conteúdo teórico referente a técnica espectrofluorimétrica e informações técnicas de relevância (p.ex. curva de emissão do LED UV e espectro de absorção do filtro secundário) da instrumentação desenvolvida. Adicionalmente, o sistema de notificações do tipo *push button* fora implementada na Plataforma permitindo o envio de conteúdo educacional (p.ex. Notícias científicas e lista de exercícios) diretamente para o smartphone dos estudantes com posterior monitoramento estatístico de acesso da mensagem submetida.

## **1. INTRODUÇÃO**

Apesar da abordagem experimental no ensino e aprendizagem ser reconhecida como a melhor forma de contribuir para uma melhor compreensão dos conceitos ensinados em sala de aula, há dificuldades no uso deste tipo de estratégia quando instrumentação de alto custo é necessária. Este é o cenário pelo qual passa o ensino de química analítica instrumental. A maioria dos instrumentos comerciais são caros, requerem controle via desktops e sua operação e manutenção exigem especialistas. Os motivos para que esta disciplina seja negligenciada no ensino de base (p.ex. ensino médio e técnico) e, em muitos casos, até mesmo no ensino superior são muitos, sendo um dos principais a não disponibilidade de recursos na maioria das instituições de ensino para aquisição de instrumentos (equipamento de análise e computadores de controle) para uso pelos estudantes.

A não disponibilidade de instrumentos ou a quantidade reduzida destes somado ao elevado número de estudantes em sala de aula dificulta o aproveitamento integral dos alunos durante as etapas de ensaio em laboratório. Como proposta diante dos problemas citados acima, o emprego de tecnologias *open-source*<sup>1</sup> (p.ex. Microcontroladores Arduino e impressoras 3D) vem contribuindo para o desenvolvimento de instrumentos químicos de baixo custo como por exemplo fotômetros<sup>2</sup>, potenciostatos<sup>3</sup> e pHmômetros<sup>4</sup>. Os microcontroladores da família Arduino são baseados nos microprocessadores Atmega e facilitaram a prototipagem de sistemas eletrônicos mediante a programação em linguagem C++. Já as impressoras 3D podem ser baseadas no processo de Fabricação por Fusão de Filamento (FFF), que operam de modo a depositar um material termoplástico, camada por camada, até a confecção por completo da peça polimérica. Essas peças podem ser projetadas visando o seu uso como constituintes estruturais de equipamentos de análise química, sendo facilmente personalizadas e, principalmente, oferecendo baixo custo de fabricação.

Uma tendência no que tange o desenvolvimento de instrumentação analítica para aplicações específicas foca em aproveitar-se da alta popularização dos smartphones e desenvolver aplicativos (apps) de controle de equipamentos para

esses aparelhos. Esta estratégia reduz ainda mais o custo associado à implementação de equipamento em laboratórios de pesquisa, não há necessidade de investimento na aquisição de um computador e o controle é realizado pelo smartphone do próprio usuário<sup>5</sup>. Em paralelo, são também encontradas propostas de softwares educacionais para smartphones visando o ensino de química. Alguns exemplos permitem a visualização de modelos moleculares, tabelas periódicas interativas, ou são utilizados para cálculos e como guias de estudo<sup>6</sup>. Nesta estratégia, o próprio smartphone do aluno funciona como uma poderosa e acessível ferramenta didática de baixo custo.

Contudo, propostas que visam o uso combinado de aplicativos como guia de estudo e ferramenta de gerenciamento de dispositivos químicos portáteis, não foram exploradas dentro do contexto educacional da Química. Nesse âmbito se insere o presente trabalho, que visa prover plataforma integrada que atenda as necessidades dos estudantes dentro e/ou fora da sala de aula e contribua para a educação individualizada dos mesmos. Propõe-se um aplicativo para smartphones Android que, além de gerenciar dispositivos químicos portáteis, disponibilize conteúdo teórico referente à técnica a ser estudada. Adicionalmente, a plataforma irá permitir que educadores enviem e monitorem notificações de contexto educacional (p.ex. Lista de exercícios e roteiro laboratorial) diretamente para o smartphone dos alunos

Enseja-se que esta plataforma integrada de ensino de química analítica baseada em tecnologias *open-source* possa ser utilizada como poderosa ferramenta de ensino não só de química analítica, mas também de instrumentação de um modo geral. Ao possibilitar que os estudantes tenham acesso a informações não facilmente disponíveis em equipamentos comerciais, como alteração de circuitos eletrônicos, programação e mecatrônica, permite interação entre diversos cursos de uma instituição de ensino, colocando assim em prática o conceito de universidade e tornando-se de extrema utilidade para cursos interdisciplinares.

## 2. OBJETIVOS GERAIS

1. Usar as funcionalidades disponíveis em Smartphones para o gerenciamento de instrumentação analítica de baixo custo e para o desenvolvimento de uma Plataforma Integrada de Ensino que seja capaz de: i) Prover conteúdo teórico ao alcance das mãos para rápida consulta pelos estudantes; ii) Permita envio programado de notificações contendo informações sobre a aula em curso; iii) Permita monitoramento da turma quanto ao acesso e leitura do conteúdo enviado;

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2. Elaborar o aplicativo Plataforma Integrada de Ensino para sistemas Android visando a sua utilização como ferramenta auxiliar de ensino e gerenciamento de instrumentos químicos de baixo custo. Além do mais, é de interesse do trabalho estruturar o aplicativo de modo a permitir a inclusão futura de módulos de gerenciamento para instrumentos analíticos diversos;

3. Desenvolver um fluorímetro portátil a ser utilizado como instrumento químico analítico de baixo custo da Plataforma Integrada de Ensino. As etapas de desenvolvimento do instrumento químico irão compreender: i) Programação de firmware à nível de hardware; ii) Prototipagem e confecção de sistemas eletrônicos; iii) Modelagem e impressão em 3D dos componentes estruturais do fluorímetro; iv) Desenvolvimento de software em Android para o gerenciamento via BLUETOOTH da instrumentação analítica;

4. Avaliar a plataforma de gerenciamento de mensagens online *OneSignal* visando a sua utilização como canal de envio de notificações e formulários e monitoramento da turma quanto ao acesso ao conteúdo disponibilizado e respostas/estatísticas de acertos dos formulários;

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O aplicativo Plataforma integrada de ensino para smartphones com o sistema Android foi programado em um ambiente online denominado *thinkable*<sup>8</sup>. A programação baseia-se no conceito “pegue, arraste e solte”, em que blocos estruturais vão sendo encadeados de uma maneira lógica a fim de se implementar uma função requerida. A plataforma online dispensa a necessidade de programar linha por linha, o que torna o desenvolvimento de aplicativos fácil e atraente para todos os públicos. A interface gráfica do usuário (GUI) consiste em quatro botões principais responsáveis por suas respectivas funções como conexões, análises, branco e teoria. Após elaboração do software, o download dos aplicativos desenvolvidos na plataforma *thinkable* pode ser realizado através de um *QR Code*<sup>9</sup> gerado no próprio ambiente de programação online, seguido de sua leitura, em alguns casos, pela própria câmera do smartphone ou por aplicativos específicos para tal finalidade (p.ex. *QR Code Scanner*<sup>10</sup>). Também é possível realizar o download do aplicativo desenvolvido para um computador desktop e transferi-lo via USB para um smartphone e/ou tablet.

O conteúdo educacional implementado na Plataforma Integrada abrange os principais tópicos da técnica espectrofluorimétrica, como radiação eletromagnética, diagrama de absorção e emissão, assim como componentes instrumentais da técnica estudada (p.ex. fonte de radiação, filtro de emissão e radiação, cubeta de quartzo e detector). Adicionalmente, foram incluídas informações técnicas referentes ao equipamento químico desenvolvido (p.ex. banda de emissão do LED e espectro de absorção de radiação do filtro secundário).

O software de desenvolvimento CAD *Inventor Professional 2016*<sup>11</sup> foi utilizado para a modelagem de peças em 3D, seguido da utilização do *CURA*<sup>12</sup> para gerar o G-CODE interpretado pelo software de gerenciamento *REPETIR-HOST*<sup>13</sup> da impressora 3D *Prusa i2*.

Esquemas eletrônicos e layouts para placas de circuito impresso foram projetados pelo software *Proteus ISIS/ARES 8.5*<sup>14</sup>. A montagem destes circuitos

foi realizada em placas de fibra contendo cobre como elemento condutor. Led UV com emissão em 365  $\pm$  5 nm e potência de 1 W<sup>15</sup> foi utilizado como fonte de radiação para excitação, enquanto um fotodiodo modelo OPT 101 (*Texas Instruments*) com área de 5,24 mm<sup>2</sup>, resposta espectral de 300~1100 nm e amplificador incorporado foi utilizado como transdutor fotoelétrico<sup>16</sup>, sendo soldado num circuito impresso CJMCU-101. Filtros secundários de radiação “passa alta” (dimensões: 10,0 x 10,0 x 10,0 mm) com corte em 410, 440 e 480 nm foram adquiridos da empresa Proteon® componentes eletrônicos<sup>17</sup>. O Power Bank modelo PN-999, com portas USB disponíveis de 5V e proporcionando corrente de 1A e/ou 2A, foi utilizado como fonte de alimentação do sistema<sup>18</sup>. O componente eletrônico elevador de tensão DC-DC XI6009<sup>19</sup> foi empregado para elevar a tensão de entrada de 5V para uma tensão de saída de 8V.

A microcontroladora Teensy 3.1<sup>20</sup>, programada com filtro digital de mediana móvel, seguido de média de 10.000 conversões A/D, foi utilizada para a aquisição do sinal oriundo do fotodiodo durante as medições da espécie química fluorescente Quinino. Os dados da análise foram enviados por comunicação via BLUETOOTH e gerenciados pelo aplicativo Plataforma Integrada de Ensino para smartphones com sistema Android. A comunicação via BLUETOOTH deu-se pelo módulo HC-05<sup>21</sup>, programou-se em C++ um protocolo de comunicação de acordo com a função desejada (p.ex. acionamento de LEDs e gerenciamento do módulo de análise) na própria IDE do Arduino com auxílio do plugin Teensyduino.

A curva analítica (concentrações entre 0,2 até 10,0 mg/L<sup>-1</sup> de quinino) foi construída a partir dos resultados obtidos da detecção fluorimétrica por injeção manual em triplicata de amostra na célula quartzo do instrumento químico desenvolvido.

O sistema de notificação para plataforma Android (*push notification*) foi implementado mediante o uso do plugin OneSignal e da plataforma online de desenvolvimento Firebase do Google<sup>22</sup>. O gerenciamento das mensagens (envio e monitoramento) foi conduzido na plataforma online (*dashboard*) da própria *OneSignal*.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os itens que se sucedem serão destinados à apresentação dos resultados obtidos durante o desenvolvimento da Plataforma Integrada de Ensino; registros técnicos do desenvolvimento e acoplamento do fluorímetro portátil à Plataforma assim como avaliação do sistema de notificações OneSignal.

### 4.1 PLATAFORMA INTEGRADA DE ENSINO: PRINCÍPIOS NORTEADORES

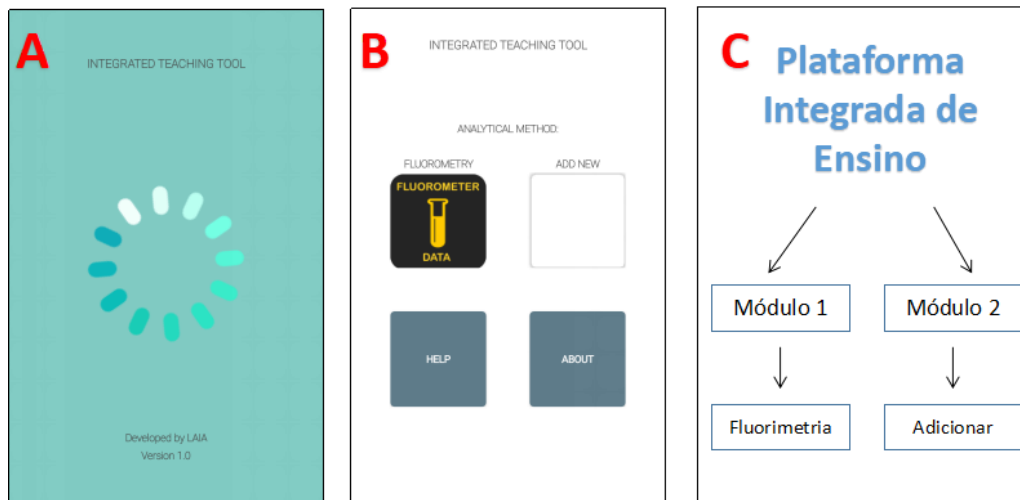
A Plataforma Integrada de Ensino é baseada em três pilares fundamentais: i) Instrumentação analítica de baixo custo; ii) aplicativos para a plataforma Android; iii) conteúdo teórico e técnico de fácil acesso. Cada pilar proposto foi implementado visando a sua utilização da forma mais intuitiva possível, contribuindo, assim, para que estudantes de todos os níveis tenham uma experiência satisfatória dentro da plataforma. Além do mais, esta foi estruturada logicamente à nível de protocolo de comunicação e aplicativo Android afim de possibilitar a inclusão futura de diversos instrumentos químicos de baixo custo. Os princípios norteadores e como estes se intercomunicam estão expostos na Figura 1.



**Figura 1:** Princípios norteadores da Plataforma Integrada de Ensino

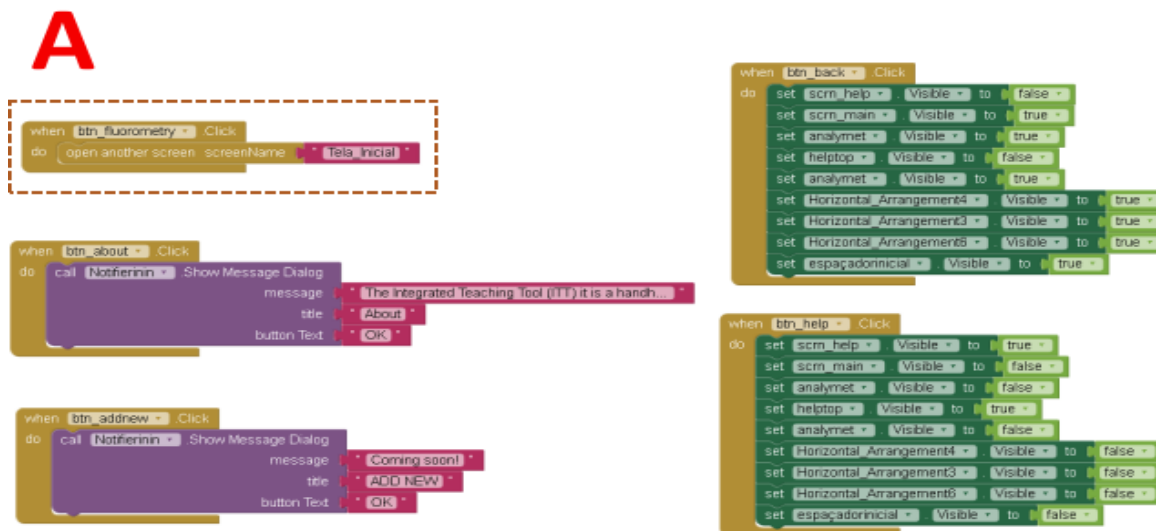
## 4.2. PLATAFORMA INTEGRADA DE ENSINO: APLICATIVO ANDROID

O aplicativo Android da Plataforma Integrada de Ensino (ITT) foi programado para ser expansível de modo a integrar módulos de gerenciamento (aplicações) de diversas técnicas analíticas instrumentais de análise. Como primeiro exemplo de integração, o módulo FLUOROMETER DATA para gerenciamento e aquisição de dados do fluorímetro portátil foi desenvolvido e incorporado à Plataforma Integrada. Na Figura 2 apresenta-se o aplicativo Plataforma Integrada de Ensino (ITT) e suas respectivas funcionalidades primárias.



**Figura 2:** Tela de inicialização da Plataforma Integrada de Ensino (A) e sua respectiva janela inicial (B) onde é possível selecionar o método analítico de interesse (C).

Na Figura 3 apresenta-se os blocos de programação da Plataforma Integrada de Ensino. Destaca-se o bloco tracejado (A) que é responsável por inicializar o módulo FLUOROMETER DATA. Uma vez inicializado, o aplicativo irá abrir outra janela com as respectivas funções do módulo selecionado.



**Figura 3:** Blocos de programação do aplicativo Android Plataforma Integrada de Ensino.

#### 4.2.1. Plataforma Integrada de Ensino: Módulo 1 - FLUOROMETER DATA

A incorporação do FLUOROMETER DATA, aplicativo responsável por gerenciar o fluorímetro portátil de baixo custo, à Plataforma Integrada sucedeu-se também pela uniformização do protocolo de comunicação em C++ ao nível do microcontrolador Teensy 3.1 do instrumento químico. Além do mais, visando atender as propostas educacionais da Plataforma Integrada, agregou-se ao módulo FLUOROMETER DATA informações técnicas referentes à instrumentação (p.ex. Espectro de emissão do LED UV e de absorção do filtro secundário) e conceitos teóricos da técnica analítica. O módulo FLUOROMETER DATA do aplicativo ITT e suas respectivas telas estão expostas na Figura 4, logo abaixo.

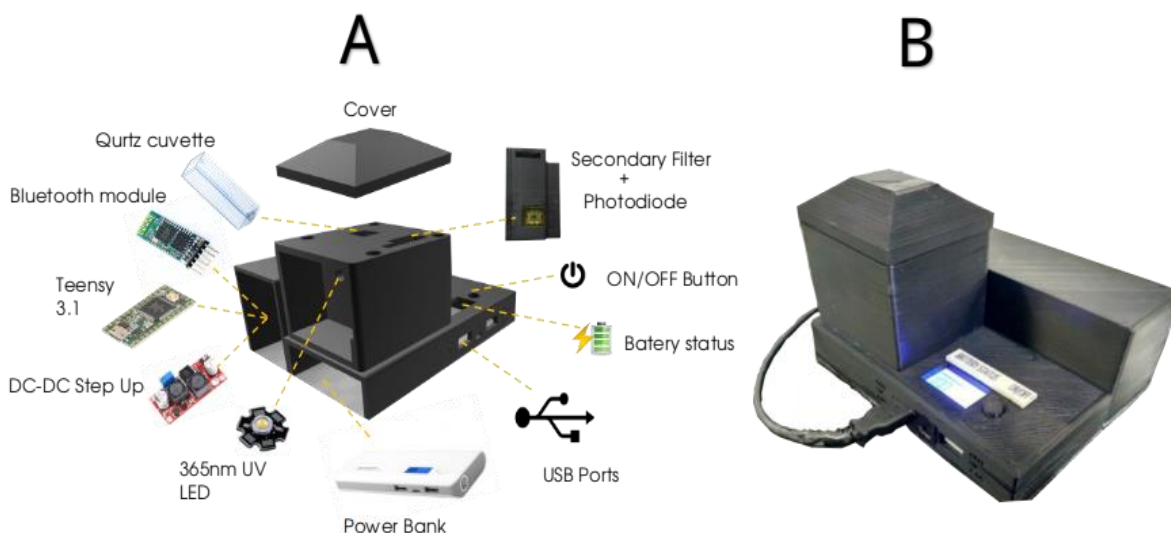


**Figura 4:** Tela inicial do aplicativo, onde todas as opções disponíveis podem ser visualizadas (A). A opção “Connections” destina-se ao pareamento do smartphone com o módulo BLUETOOTH do fluorímetro (A1). Uma vez conectado, o aplicativo permite realizar as funções “Blank” (A2) e “Analyze” (A3). O display da janela “Analyze” (B) apresenta a leitura atual de fluorescência proveniente dos sensores conectados ao microcontrolador Teensy 3.1 via conversor analógico digital; logo abaixo um sub-menu de ferramentas permite que os dados salvos durante a análise sejam plotados (C) e posteriormente exportados via Internet. Ao clicar no botão “Theory” um guia de estudo rápido sobre a técnica a ser estudada é disponibilizado (D e E), assim como, informações técnicas referentes a instrumentação analítica do instrumento químico (F e G).

#### 4.3. PLATAFORMA INTEGRADA DE ENSINO: INSTRUMENTO ANALÍTICO DE BAIXO CUSTO

O instrumento analítico de baixo custo da Plataforma Integrada de Ensino consiste em um fluorímetro portátil sem fio que dispõem de bloco óptico de análise impresso em 3D, LED UV, filtro óptico secundário, fotodiodo com amplificador operacional interno, cubeta de quartzo, microcontroladora Teensy 3.1, bateria interna de lítio recarregável de alta capacidade (*Power Bank*) e sistema eletrônico

auxiliar. A fonte de radiação do fluorímetro portátil é um LED UV de alta potência com emissão próxima à 365nm. De tal modo, torna-se dispensável a necessidade da utilização de filtros monocromáticos de excitação. O Instrumento analítico de baixo custo e seus componentes opto eletrônicos são apresentados na Figura 5.



**Figura 5:** Fluorímetro portátil de baixo custo gerenciado via Bluetooth (B) e sua representação em modelo 3D incluindo os seus respectivos componentes opto eletrônicos (A).

O uso dos componentes opto eletrônicos apresentados na Figura 5 contribuem para a diminuição do custo de desenvolvimento do instrumento químico assim como sua manutenção quando comparado a equipamentos comerciais. O Fluorímetro portátil é totalmente gerenciado via BLUETOOTH e dispensa a necessidade de computadores pessoais (p.ex. Desktops e notebooks) para o seu uso. Além do mais, o instrumento dispõe de uma bateria interna que não só atua como fonte de energia para a instrumentação desenvolvida, mas também permite que os estudantes utilizem a porta USB (5V e 2.1A) do próprio equipamento como fonte de alimentação para seus dispositivos smartphones. De tal modo, as características tecnológicas do equipamento contribuem para a sua portabilidade e fácil manuseio em laboratórios didáticos e/ou em ambientes externos.

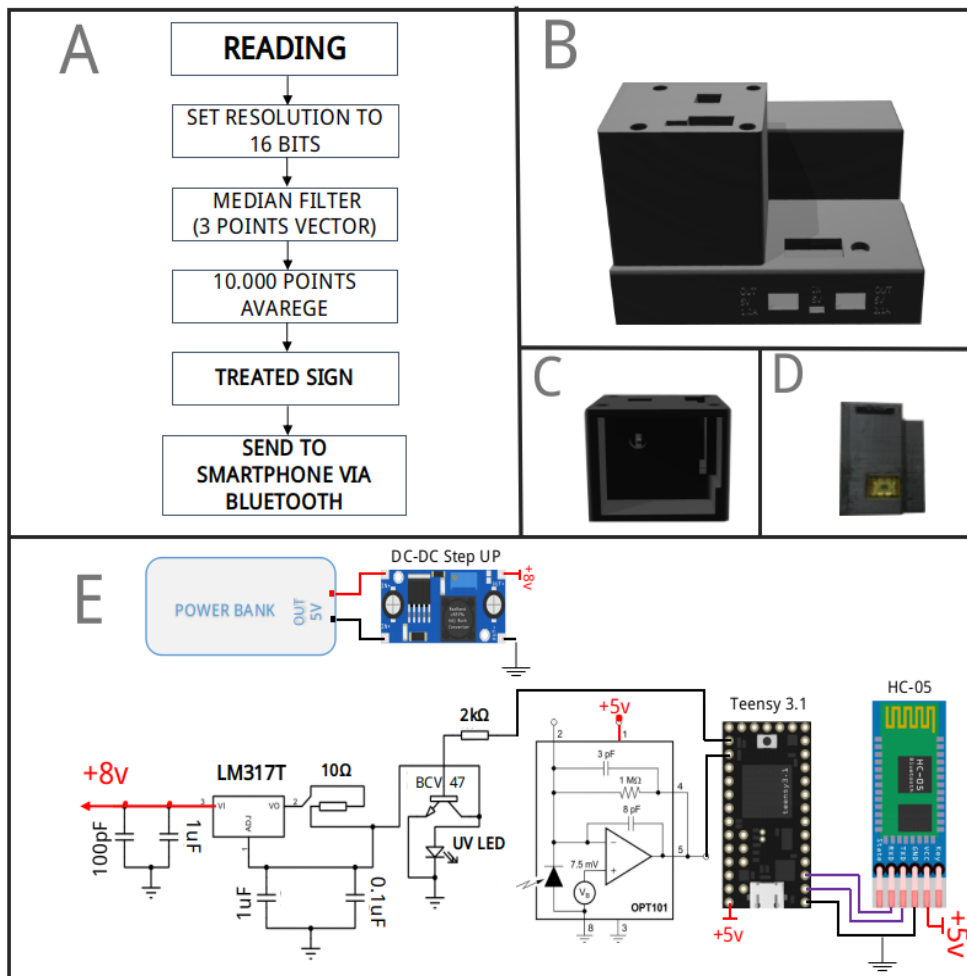
#### **4.3.1. Instrumento analítico de baixo custo: firmware, modelos 3D e diagrama esquemático**

O firmware implementado na microcontroladora Teensy 3.1 do instrumento analítico é responsável por processar e executar os comandos oriundos via BLUETOOTH do smartphone. A principal função do firmware consiste em estabilizar o sinal de leitura oriundo do fotodiodo pelo uso de filtros digitais programados com mediana móvel (vetor de 3 pontos) seguido de média aritmética de 10.000 pontos. Após a etapa de processamento, os valores de leitura são armazenados em um buffer pré-estabelecido pelo protocolo de comunicação e enviados para o smartphone via BLUETOOTH. O firmware implementado no instrumento analítico está disponível no anexo I.

Os modelos 3D do fluorímetro portátil abrangem um monobloco ótico de análise, peça polimérica para o sistema de detecção acoplado (filtro secundário + detector), gaveta para Power Bank e componentes eletrônicos. O monobloco ótico de análise foi desenvolvido visando dispor espacialmente os componentes opto eletrônicos de maneira adequada, evitar que radiação externa assim como a espúria incidam sobre o fotodiodo do instrumento químico.

Para a eletrônica do sistema destaca-se o uso de um Power Bank em conjunto com um elevador de tensão (DC-DC *STEP UP*) como fonte de alimentação para o driver de controle do LED UV que atua em 8 V. Os demais componentes eletrônicos do sistema são alimentados separadamente em 5V. O detector do instrumento dispõe de um transdutor de sinal fotoelétrico, resposta espectral em 350nm~1100nm e amplificador operacional interno próprio.

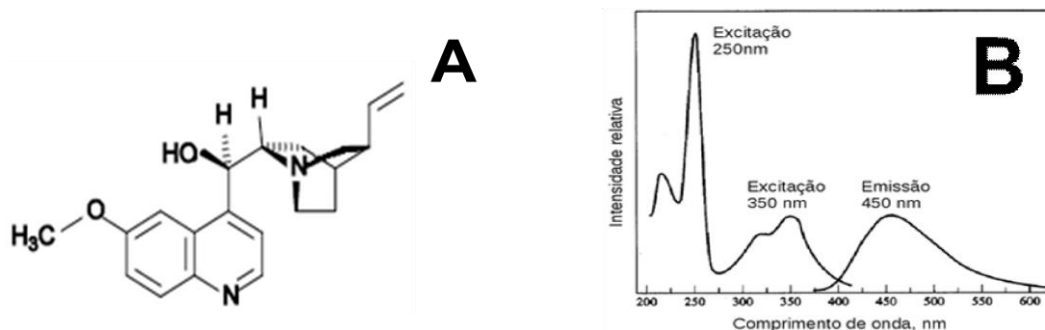
O fluxograma de funcionamento do firmware implementado no instrumento químico, modelos 3D's e diagrama esquemático estão representados na Figura 6.



**Figura 6:** Fluxograma de funcionamento do firmware implementado na microcontroladora Teensy 3.1 do instrumento químico (A). Representação em CAD das estruturas 3D do fluorímetro portátil (B) com seu respectivo monobloco óptico de análise (C) e sistema de detecção acoplado (D). Diagrama esquemático da instrumentação desenvolvida (E).

#### 4.3.2. Avaliação do fluorímetro portátil mediante obtenção da curva de calibração da espécie química quinino.

A fim de se avaliar o instrumento químico juntamente ao módulo FLUOROMETER DATA da Plataforma Integrada de Ensino, recorreu-se se à construção de curva de calibração para a espécie química fluorescente quinino (sulfato de quinina). Na figura 7 é apresentada a estrutura química, assim como o espectro de excitação/emissão desta espécie fluorescente.

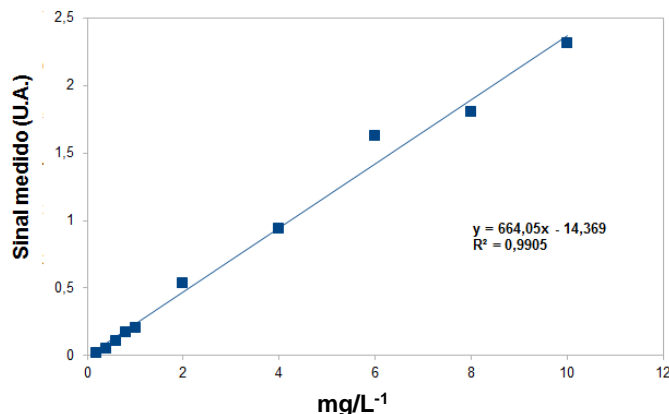


**Figura 7:** Fórmula molecular do quinino (A) com seu respectivo espectro de excitação/emissão (B).

Observando os espectros de excitação/emissão do quinino concluímos que o LED UV com emissão de 365nm (+-5 nm) e o filtro secundário com corte em 440 nm do instrumento químico são adequados para conduzir a análise corretamente.

Para a aquisição da curva de calibração do quinino, soluções padrão de 0,2 a 10 mg/L<sup>-1</sup> foram injetadas manualmente em triplicada na cubeta de quartzo do instrumento químico. A leitura do sinal gerado pela fluorescência da espécie química em questão foi obtida pela microcontroladora Teensy, e os dados foram enviados para o smartphone Moto G 4 Play via comunicação BLUETOOTH e gerenciados pelo módulo FLUOROMETER DATA do aplicativo Plataforma Integrada de Ensino.

Os dados obtidos experimentalmente estão representados na Figura 8, sendo possível observar, através do respectivo valor de R<sup>2</sup> da curva, linearidade adequada para a aplicação desejada.

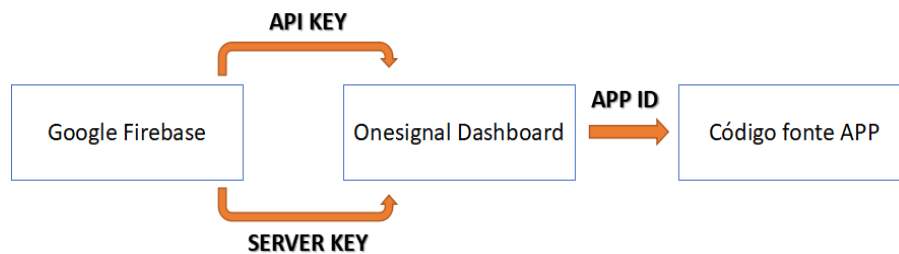


**Figura 8:** Sinal de fluorescência obtido em função da concentração da espécie química quinino.

#### 4.4 SISTEMA DE NOTIFICAÇÕES

Visando implementar o sistema de notificações à Plataforma Integrada de Ensino, recorreu-se à utilização do ambiente *OneSignal*. O serviço de notificação oferecido pela *OneSignal* é gratuito, gerenciado totalmente online e integrável à diversas plataformas (p.ex. Android, IOS, navegadores web e e-mail) mediante configuração prévia com o *Google Firebase*.

A etapa de configuração desse serviço deve ser realizada uma única vez e é descrita no Anexo II deste trabalho. Sucintamente, pode-se resumi-la em três grandes passos: i) configuração no Google Firebase; ii) configuração na dashboard da OneSignal e iii) configuração no código fonte do aplicativo. Basicamente, cada etapa concede permissões através do fornecimento de chaves de segurança que, em última instância, permitiram o envio de notificações diretamente para o aplicativo desenvolvido. Na Figura 9 apresenta-se um resumo das etapas de configuração do sistema de notificação.

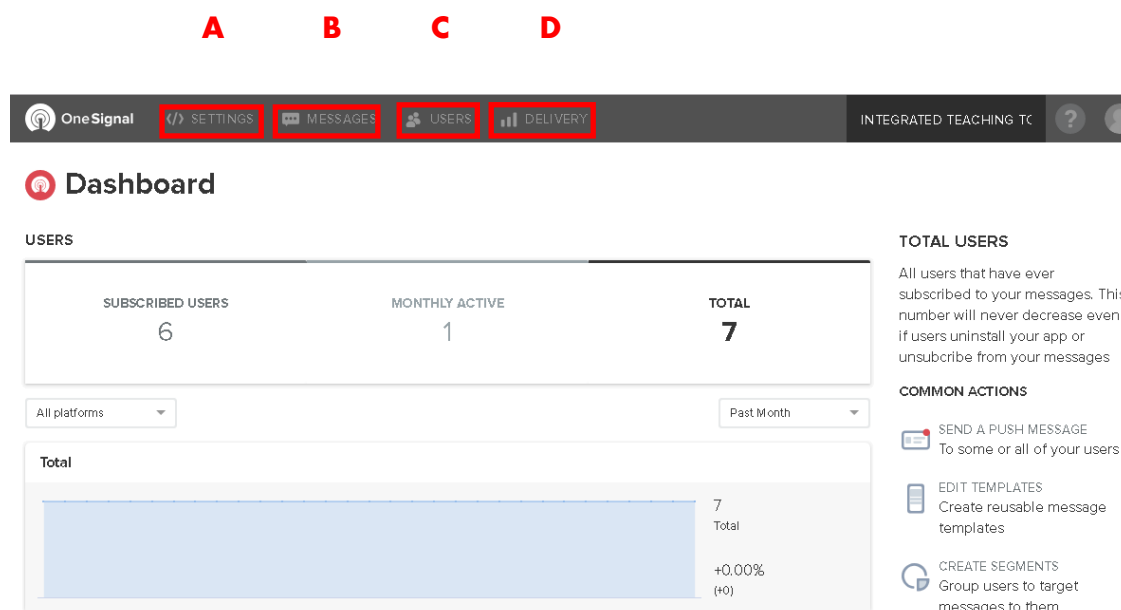


**Figura 9:** Resumo das sucessivas etapas de configuração do sistema de notificações.

Após a finalização da configuração descrita acima, o sistema de notificação será implementado no aplicativo Android, que deverá possuir a respectiva **APP ID** em seu código fonte. De tal modo, um canal de comunicação de via única será aberto entre o administrador (p.ex. Professor) e usuário (p.ex. Aluno) que possuir o APP ID inserido no código fonte na versão de seu aplicativo Android. Esta estratégia permite que Professores utilizem a Plataforma em diversas turmas sem que o canal de comunicação de uma interfira na outra. Para tal, basta que o Aplicativo disponibilizado para cada turma possua seu APP ID próprio.

No que tange ao sistema de notificação propriamente dito, algumas de suas funcionalidades foram exploradas e serão descritas logo abaixo.

A plataforma OneSignal pode ser didaticamente dividida em quatro grandes blocos: i) Envio de mensagens; ii) Usuários; iii) estatísticas das mensagens enviadas; e iv) configurações. A plataforma OneSignal e suas respectivas funcionalidades estão representadas na Figura 10.



**Figura 10:** Tela inicial da plataforma OneSignal onde é possível visualizar as suas respectivas funcionalidades de configurações de: (A) envio de mensagens; (B) usuários; e (C) estatísticas.

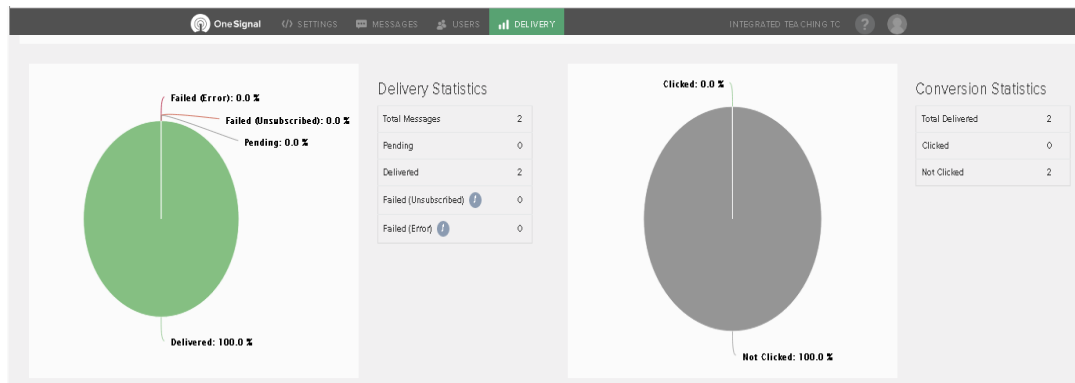
A seção de envio de mensagens permite que o administrador submeta notificações diretamente para o smartphone do usuário. Tais notificações podem ser direcionadas para um grupo específico de usuários (p.ex. Turma I), além de permitirem a inclusão de links de redirecionamento para outros sites (p.ex. Notícias científicas e Formulários) e envio automatizado mediante configuração prévia (p.ex. mensagens para novos usuários que instalarem o aplicativo). Na Figura 11 apresenta-se a seção de envio de notificações e algumas de suas principais funcionalidades.

The screenshot shows the OneSignal 'New Message' configuration page. It is divided into three main sections:

- 1 Audience (A):** Contains radio buttons for 'Send to All' (selected), 'Send to Particular Segment(s)', and 'Send to Test Device(s)'.
- 2 Message (B):** Contains a language selector (English/Portuguese), a 'TITLE' field with the value 'Relatório Parcial CNPq' (labeled B-1), and a 'MESSAGE' field with the value 'Não se esqueça do relatório parcial!' (labeled B-2). To the right, a preview of the notification is shown (labeled C), which includes the ITT logo and the same title and message text.
- 3 Options (D):** Contains a 'Send to Google Android' toggle, a 'CATEGORY' dropdown set to 'None', a 'SOUND' field set to 'device's default (resource name)', an 'LED COLOR' field, and a 'LOCKSCREEN VISIBILITY' dropdown set to 'PUBLIC'.

**Figura 11:** Tela inicial responsável pelo envio de notificações para o aplicativo ITT. Uma vez iniciada, o administrador pode selecionar o grupo para o qual a mensagem será enviada (A). No campo da notificação (B) são inseridos o título (B-1) e conteúdo da mensagem (B-2) que serão visualizados pelo usuário (C). Adicionalmente, no campo opções (D) é possível incluir imagens e/ou links de redirecionamento para sites externos (p.ex. Formulário de perguntas e notícias científicas).

Na seção *Delivery* é possível visualizar as estatísticas das mensagens enviadas (p. ex. notificações pendentes, enviadas e clicadas) aos smartphones dos usuários. Na Figura 10 apresenta-se o painel *Delivery* e algumas estatísticas de envio que podem ser monitoradas em tempo real.



**Figura 10:** Seção Delivery onde é possível visualizar estatísticas das notificações enviadas.

A janela de usuários, como o próprio nome sugere, fornece uma tabela com as informações destes (p.ex. dispositivo, localização, última atividade e versão instalada do aplicativo) além de estatísticas de uso. Adicionalmente, neste mesmo ambiente é possível exportar a lista de usuários em formato CSV. A janela de usuários está representada na Figura 11, logo abaixo.

ACTIONS	CHANNEL	SUBSCRIBED	LAST ACTIVE	FIRST SESSION	DEVICE	SESSIONS	APP VERSION	COUNTRY	ROOTED	LOCATION POINT	USAGE DURATION	LANGUAGE CODE	PLAYER ID	SEGMENTS
OPTIONS		✓	2/11/18, 1:27:02 am	10/30/18, 12:37:23 pm	LG-M320 (7.0)	13	1	BR	No		30264	pt	31cb3e9-2e49-4328-b6be-6dad6d9c4c08	Engaged Users, Active
OPTIONS		✓	10/18/18, 9:40:19 am	8/27/18, 1:57:18 pm	SM-G611MT (8.0.0)	10	1	BR	No		6049	pt	ba58c9fe-f856-4421-94c1-cb05ef76ad19	Inactive Users, All
OPTIONS		✓	8/24/18, 11:09:33 pm	2/20/18, 3:51:11 pm	Moto G Play (7.11)	140	1	BR	No		160548	en	f1a19e08-b8fc-493d-8822-e45124968248	Inactive Users, All
OPTIONS		✓	8/09/18, 3:23:05 pm	2/29/18, 5:40:13 pm	Moto G (4) (7.0)	42	1	BR	No		5663	pt	a422aa1f-af02-42b9-aa9f-2f9221d18e4e	Inactive Users, All
OPTIONS		✓	7/09/18, 5:09:45 pm	7/09/18, 5:09:45 pm	MotoG3 (7.1.2)	1	1	BR	No		0	pt	efe17c94-9e63-4a36-88b1-1f9c4af38556	Inactive Users, All
OPTIONS		✓	7/02/18, 11:04:09 pm	6/28/18, 3:13:44 pm	Moto G (5) (7.11)	2	1	BR	No		89	pt	3ce9d853-8434-43fb-b6be-967f33bf6188	Inactive Users, All

**Figura 11:** Lista de usuários que possuem o aplicativo ITT instalado onde é possível visualizar algumas estatísticas de uso como sessões iniciadas no APP (A) e tempo de utilização deste (B).

## **5. CONCLUSÃO**

A Plataforma proposta mostrou-se apropriada para o controle e aquisição de dados do fluorímetro à distância e promissora para desenvolver novas aplicações por valer-se do uso de smartphones dos próprios estudantes para gerenciar instrumentação analítica de baixo custo, acessar guia de estudo e receber orientações do docente. Além disso, a Plataforma Integrada de Ensino mostrou-se robusta e pronta para receber e gerenciar novos instrumentos analíticos de baixo custo.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. Open Source. **Definição do conceito.** Disponível em :< <https://opensource.com/resources/what-open-source>>.
2. MCCLAIN, Robert L. **Construction of a Photometer as an Instructional Tool for Electronics and Instrumentation.** Journal of Chemical Education, v. 91, n. 5, p. 747–750, 2014. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed400784x>>.
3. MELONI, Gabriel N. **Building a microcontroller based potentiostat: A inexpensive and versatile platform for teaching electrochemistry and instrumentation.** Journal of Chemical Education, v. 93, n. 7, p. 1320–1322, 2016.
4. pHduino. **Repositório online.** Disponível em: <<https://github.com/hephesto/phduino>>.
5. DAS, Anshuman J. e colab. **Ultra-portable, wireless smartphone spectrometer for rapid, non-destructive testing of fruit ripeness.** Scientific Reports, v. 6, n. August, p. 1–8, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/srep32504>>.
6. LIBMAN, Diana e HUANG, Ling. **Chemistry on the Go: Review of chemistry apps on smartphones.** Journal of Chemical Education, v. 90, n. 3, p. 320–325, 2013.
7. ONESIGNAL. **Push Notification.** Califórnia, 2019. Disponível em: <<https://onesignal.com/>>.
8. THUNKABLE. **Plataforma de desenvolvimento de aplicativos.** Califórnia, 2019. Disponível em: <<https://thinkable.com/#/>>.

9. QR CODE. **Definição do conceito.** Disponível em: <<https://whatis.techtarget.com/definition/QR-code-quick-response-code>>.

10. SCAN. **Aplicativo QR CODE.** Utah, 2019. Disponível em: <[https://play.google.com/store/apps/details?id=me.scan.android.client&hl=pt\\_BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=me.scan.android.client&hl=pt_BR)>.

11. AUTODESK. **Inventor Professional.** Califórnia, 2016. Disponível em: <<https://www.autodesk.com/education/free-software/inventor-professional>>.

12. ULTIMAKER. **CURA SOFTWARE.** Geldermalsen, Holanda, 2019. Disponível em: <https://ultimaker.com/en/products/ultimaker-cura-software>. Acesso em: 24 abr. 2019.

13. REPETIER. **REPETIER - HOST.** Willich, Alemanha, 2019. Disponível em: <<https://www.repetier.com/download-software/>>.

14. LABCENTER ELECTRONICS. **Isis Proteus.** Skipton, Inglaterra, 2019. Disponível em: <<https://www.labcenter.com/downloads/>>.

15. LED UV 365nm. **Datasheet.** Disponível em: <[https://www.mouser.com/ds/2/239/LTPLC034UVH365%20DataSheet\\_Ver4\\_20150916-775583.pdf](https://www.mouser.com/ds/2/239/LTPLC034UVH365%20DataSheet_Ver4_20150916-775583.pdf)>.

16. OPT 101. **Datasheet.** Disponível em: <<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/opt101.pdf>>.

17. PROTEON ® Componentes ópticos. **Home Page.** Disponível em: <<http://www.proteon.com.br/index.html>>.

18. POWER BANK PN – 99. **Home Page.** Disponível em: <<https://pineng.com.my/>>.

19. DC DC STEP UP XI 6009. **Datasheet.** Disponível em :<  
<https://www.haoyuelectronics.com/Attachment/XL6009/XL6009-DC-DC-Converter-Datasheet.pdf>>.

20. TEENSY 3.1. **Informações técnicas.** Disponível em:<  
<https://www.pjrc.com/teensy/teensy31.html>>.

21. Módulo BLUETOOTH HC-05. **Datasheet.** Disponível em:<  
<http://www.electronicaestudio.com/docs/istd016A.pdf> >.

22. GOOGLE FIREBASE. **Plataforma de desenvolvimento.** Disponível em:<  
<https://firebase.google.com/>>.

## 7. ANEXOS

### ANEXO 1 – FIRMWARE PROGRAMADO EM C++ E IMPLEMENTADO NA MICROCONTROLADORA TEENSY 3.1 DO INSTRUMENTO QUÍMICO DESENVOLVIDO.

```

//ITT protocol 0.1
//by Lucas Ayres

#include <medianFilter.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#define opt101 A1
#define led A0

SoftwareSerial ITT(0,1); // definindo a serial ITT
medianFilter Filter;

//-----Variáveis para a calibração -----
long C_l = 0; // (lido) Valor puro da leitura
long C_m = 0; // (média) Armazena a média dos valores lidos
long C_q = 10000; // (quantidade)Quantidade para os valores da média
long C_s = 0; // (soma) Armazena a soma das leituras
long C_lm; // Valor de leitura após mediana móvel

//-----Variáveis para a leitura-----
long A_l = 0; // (lido) Valor puro da leitura
long A_m = 0; // (média) Armazena média dos valores lidos
long A_s = 0; // (soma) Armazena soma das leituras
long A_q = 10000; //(quantidade) Quantidade para os valores de média
long A_lm; // Valor de leitura após mediana móvel
long A_final; // (final) A_m - valor de calibração -- Valor final tratado

void setup() {
  ITT.begin(9600);
  Filter.begin();
  analogReadResolution(16);
  pinMode(opt101, INPUT);
  pinMode(led, OUTPUT);
}

void loop() {
  if (ITT.available())
  {
    switch (ITT.read())
    {
      //-----Funções LED-----
      case 'l': // caso aperte 'l'
        digitalWrite(led, HIGH); // ligar o LED
        delay(500);
        break;

      case 'd': // caso aperte o 'd'
        digitalWrite(led, LOW); // desligar o LED
        delay(500);
        break;

      //-----Calibração-----
      case 'c': // caso aperte a tecla 'c'

```

```

C_s = 0; // reset da soma
C_m = 0; // reset da média

for (int i = 0; i < C_q; i++)
// laço para atingir a soma de acordo com a quantidade
{
    C_l = analogRead(opt101); // leitura do sensor
    C_lm = Filter.run(C_l); // inicia a mediana móvel
    C_s += C_lm; // armazena a soma para tirar a média
}
C_m = C_s / C_q; // tirando a média
ITT.println(C_m);
break;

//-----Análise-----
case 'a': // caso aperte a tecla 'a'

    A_s = 0; // zera as variáveis
    A_m = 0;
    A_final = 0;

    while (ITT.read() != 's')
// condição deifindo que 's' para o processo
    {
        if (ITT.available ())
        {
            char s = ITT.read();
            ITT.write(s);
        }

        for (int i = 0 ; i < A_q ; i++)
        {
            A_l = analogRead(opt101);
            A_lm = Filter.run(A_l);
            A_s += A_lm;
        }

        A_m = A_s / A_q;
        A_final = A_m - C_m; //subtraindo o branco da leitura tratada
        ITT.print("#");
        ITT.println(A_final); //printando o sinal final tratado
        A_s = 0; // zerando as variáveis
        A_m = 0;
        A_final = 0;
        delay(750);
    }
    default:
    ;
}
}
}

```

**Figura 12:** Firmware programado em C++ responsável pelo processamento dos dados do fluorímetro portátil.

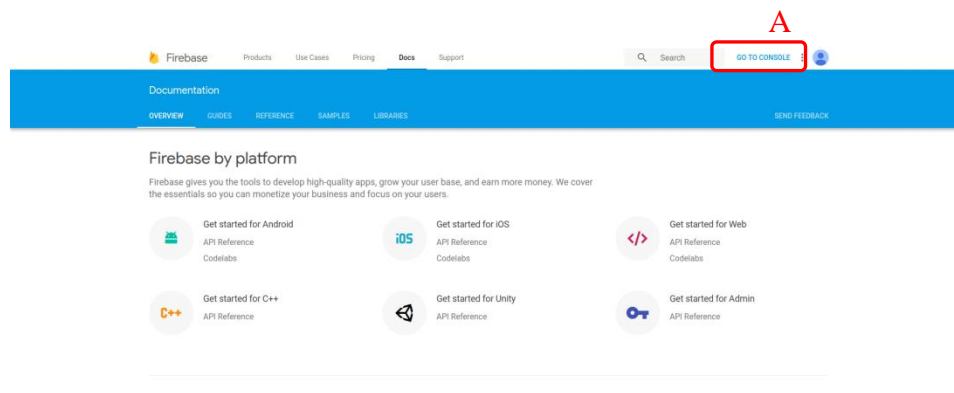
## ANEXO II – MANUAL DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE NOTIFICAÇÕES PARA PLATAFORMA ANDROID

Os itens que se sucedem serão destinados às sucessivas etapas de instalação do sistema de notificações (*push notifications*) para o aplicativo Plataforma Integrada de Ensino. Basicamente serão necessários a utilização de três serviços: i) Google Firebase; ii) OneSignal *push notifications*; iii) plataforma *Thunkable*.

### 1. CONFIGURAÇÕES NO GOOGLE FIREBASE

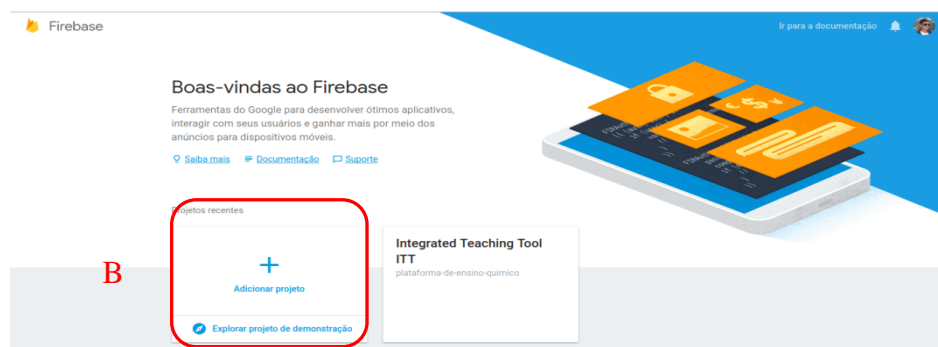
#### 1.1. GOOGLE FIREBASE CONSOLE

Acesse o [Google Firebase](#) console.



**Figura 13:** Painel de acesso do Google Firebase e seção do console (A).

#### 1.2. CRIE UM PROJETO



**Figura 14:** Página inicial do Firebase e indicação para adicionar novo projeto (B).

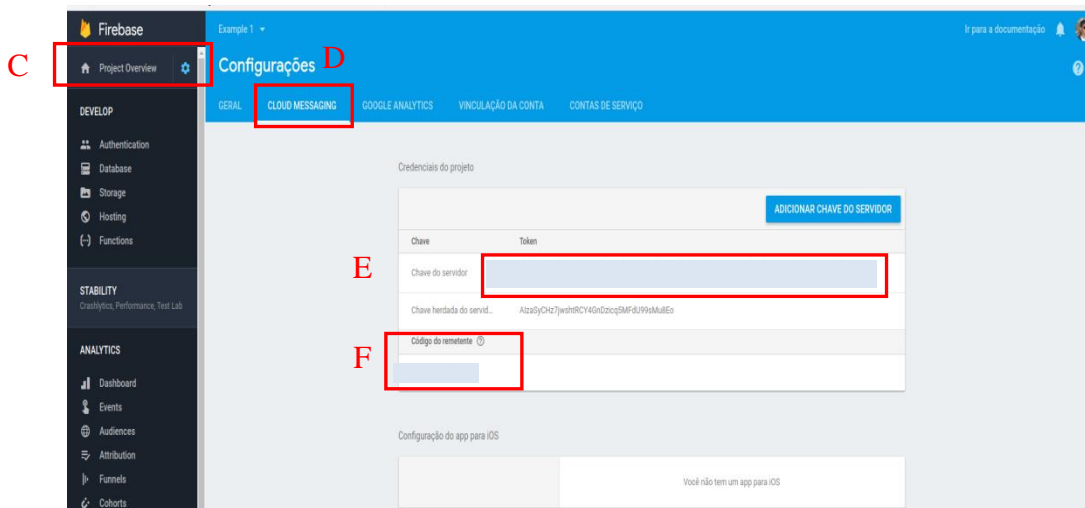
### 1.3. CONFIGURAÇÕES DA API KEY (SERVER KEY) E GOOGLE PROJECT NUMBER (SENDER KEY)

#### 1.3.1 Vá até *Project Overview* (C) > *CLOUD MESSAGING* (D)

#### 1.3.2. Copie a *API KEY* (E) e *Google Project Number* (F).

1.3.2. A *API KEY* e *Google Project Number* serão usados posteriormente. Portanto, salve-os.

Após seguir essas etapas a configuração no Google Firebase está finalizada.

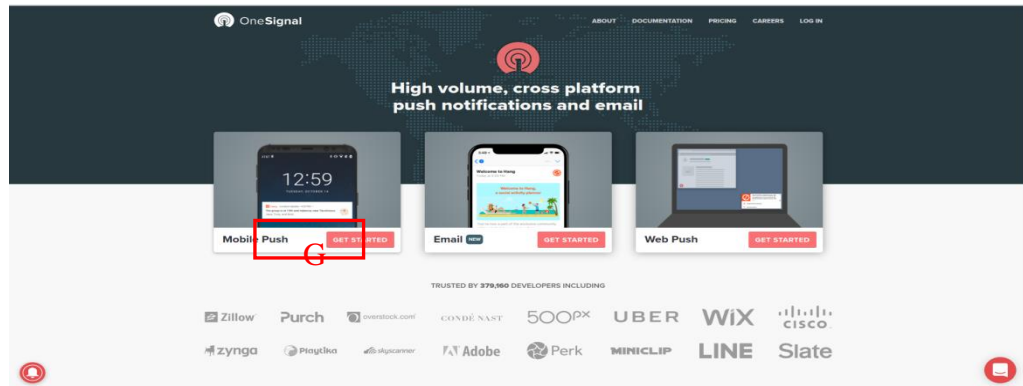


**Figura 15:** Pannel do Google Firebase e sua respectiva função de *Cloud Messaging* (D) onde estão disponíveis a *API KEY* (E) e *Google Project Number* (F).

## 2. CONFIGURAÇÕES NA PLATAFORMA ONESIGNAL

### 2.1 PLATAFORMA ONESIGNAL

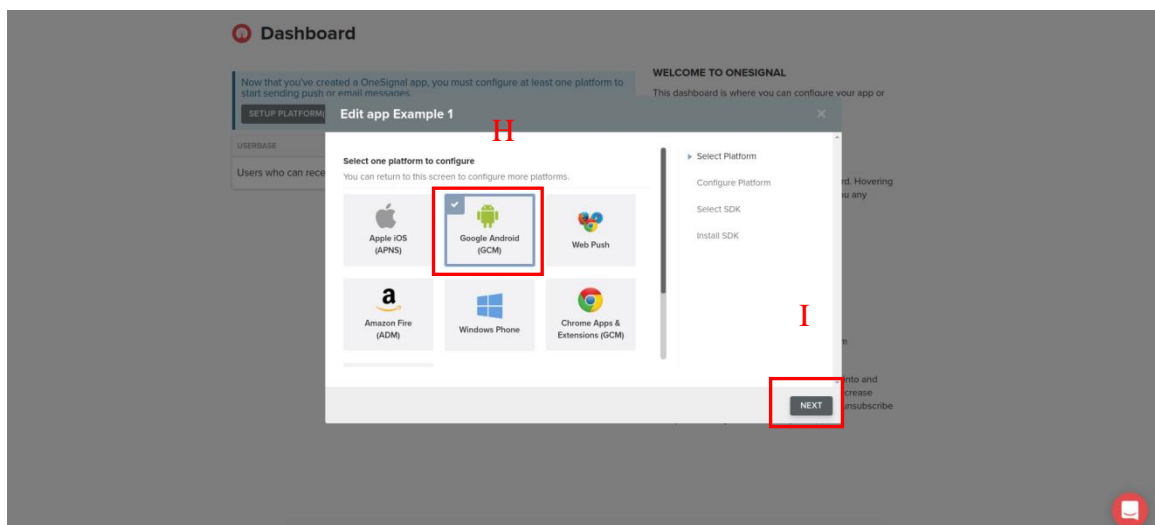
Acesse a Plataforma OneSignal e clique em *GET STARTED* (G) para notificações mobile.



**Figura 16:** Página inicial da plataforma OneSignal e indicação para iniciar o serviço de notificações em smartphones e/ou tablets.

## 2.2 SELEÇÃO DA PLATAFORMA

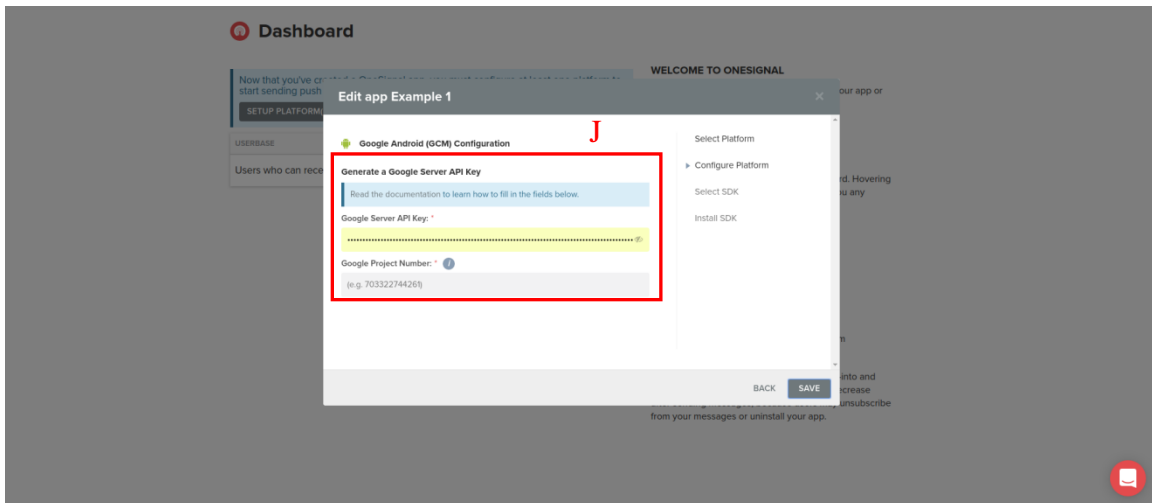
Após criar um projeto selecione a plataforma Google Android - GCM (H) e clique em *next* (I).



**Figura 17:** Página de seleção da Plataforma

### 2.2.1 Configuração da Plataforma Google Android (GCM)

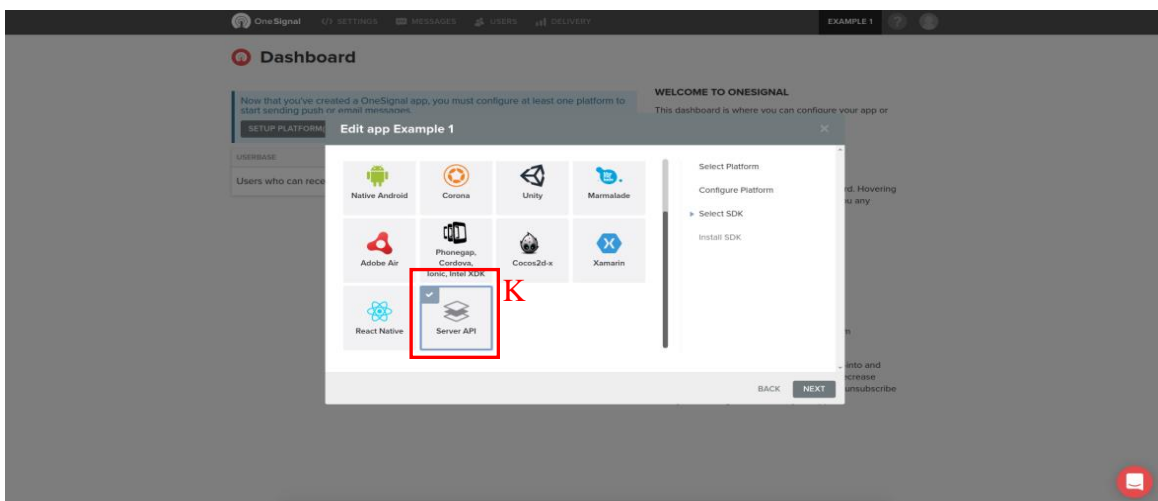
Cole a **API KEY** e **Google Project Number** obtidos no item 1.3.2 em seus respectivos campos (J) e clique em *next*.



**Figura 18:** Página de configuração da Plataforma Google Android e sua respectiva janela (J) onde devem ser inseridos a API KEY e Google Project Number.

## 2.2.2 Seleção do Kit de Desenvolvimento de Software (SDK)

Selecione o Server API como SDK do sistema (K) e clique em *next*.



**Figura 19:** Página de seleção do SDK do sistema e representação da opção Server API (K).

## 2.2.3. Integração do servidor API

O **APP ID** (L) deverá ser salvo, pois este é o identificador do sistema de notificação e será implementado no código fonte do aplicativo Android.

Após seguir os itens descritos acima a configuração na plataforma OneSignal estará finalizada.

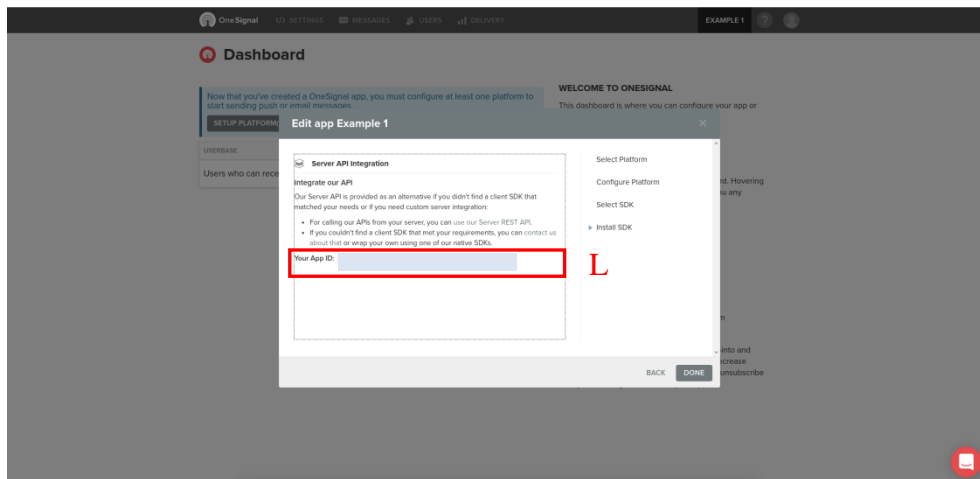


Figura 20: Integração do servidor API e APP ID (L)

### 3. Configurações na plataforma de desenvolvimento Thinkable

Na plataforma de desenvolvimento online thinkable é necessário adicionar o plugin *Push Notification* da OneSignal (M) ao código fonte do aplicativo. Após adicionar o plugin, cole a **API ID**, obtida no item 2.2.3, no box propriedades (N).

Após seguir essas etapas, o aplicativo Plataforma Integrada de Ensino estará pronto para receber as notificações *push*.



Figura 21: Ambiente de programação online Thinkable com a sua respectiva seção para adicionar o *plugin push notification* (M) e janela de propriedades do OneSignal *App ID* (N).

26/04/19



---

Data e assinatura do aluno(a)

26/04/19



---

Data e assinatura do orientador(a)