



Uma proposta de sequência didática: resgatando conceitos sobre medição


A didactic sequence proposal to rescue concepts on measurement


Adriana da Silva Fontes¹; Ana Claudia Sabino²; Fernanda Peres Ramos³; Lucas Toshitaka Yatsugafu Long⁴; Ronaldo Celso Viscovini⁵

¹ Doutora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, PR, Brasil - E-mail: asfontes@professores.utfpr.edu.br /  <https://orcid.org/0000-0002-0085-5020>

² Mestre, Instituto Federal do Paraná, Goioerê, PR, Brasil - E-mail: ana.c.sabino@hotmail.com /  <https://orcid.org/0000-0002-1737-7942>

³ Doutora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, PR, Brasil - E-mail: fernandaperes29@gmail.com /  <https://orcid.org/0000-0002-4435-2513>

⁴ Bacharel, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil - E-mail: lucastoshitaka00@gmail.com /  <https://orcid.org/0000-0002-9868-5559>

⁵ Doutor, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil - E-mail: rcviscovini@uem.br /  <https://orcid.org/0000-0002-6489-2250>

Palavras-chave:

sequência didática; tecnologia digital da informação e comunicação; medição; física.

Resumo: Este trabalho teve por objetivo identificar os conhecimentos prévios dos ingressantes de um curso de Engenharia Civil de uma Universidade Pública, provenientes de diversos Estados do País. A partir de tais dados buscou-se trabalhar lacunas de formação. Para tanto, foram utilizadas atividades mediadas para despertar a criatividade e a autonomia dos acadêmicos na resolução de questões de medições durante a disciplina de Física 1, com o intuito de potencializar o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que este conteúdo programático seja pré-requisito para a compreensão dos demais. Foram utilizadas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação através de Aplicativos e Softwares, Ambiente Virtual de Aprendizagem e experimentos no laboratório de Física. Tais ações compuseram uma Sequência Didática, por meio da qual os dados foram coletados. Nesse processo foi utilizado para a análise relatórios, questionários e diário de bordo do professor. Com os dados analisados, foi possível verificar que os acadêmicos apresentavam dificuldades em relacionar a Física com o cotidiano, de modo a não identificarem viverem em um mundo metrificado; que apresentavam muita habilidade na manipulação dos aplicativos os quais puderam conhecer durante a SD; que possuíam pouca informação quanto às possibilidades de ensino que podem ser realizadas com o Smartphone. Os resultados apontam ainda sobre a importância de uma abordagem teórica e experimental deste conteúdo no ensino médio. Assim, a SD pode resgatar os conceitos sobre medição de forma materializada e lúdica colaborando com o processo de ensino-aprendizagem, bem como explorar com os discentes alguns aplicativos úteis no curso de Engenharia.

Keywords:

didactic sequence; digital information and communication technology; measurement; physics.

Abstract: The objective of this work was to identify the prior knowledge of students entering a Civil Engineering course at a Public University, coming from different states of the country. Based on such data, training gaps were worked on. To this end, mediated activities were used to awaken the creativity and autonomy of academics in solving measurement issues during the Physics 1 discipline, with the aim of enhancing the teaching-learning process, since this syllabus is pre-prepared. prerequisite for understanding others. Digital Information and Communication Technologies were used through Applications and Software, Virtual Learning Environment and experiments in the Physics laboratory. Such actions composed a Didactic Sequence, through which data were collected. In this process, reports,



questionnaires and the teacher's logbook were used for analysis. With the data analyzed, it was possible to verify that the academics had difficulties in relating Physics with everyday life, so as not to identify living in a metric world; that they had a lot of skill in handling the applications which they could get to know during the DS; who had little information about the teaching possibilities that can be carried out with the Smartphone. The results also point to the importance of a theoretical and experimental approach to this content in high school. Thus, SD can rescue the concepts of measurement in a materialized and playful way, collaborating with the teaching-learning process, as well as exploring with students some useful applications in the Engineering course.

Introdução

Na história da humanidade, a necessidade de viver em grupo e se comunicar é o marco do desenvolvimento das primeiras formas de linguagem, principalmente, a capacidade de descrever fatos com números (FERNANDES, 2010). Segundo Humberto Brandi:

medir é a evolução natural do ato de comparar: agrega-lhe o aspecto quantitativo ao estabelecer comparações com padrões pré-acordados; adiciona procedimentos matemáticos, sistemas de unidades e técnicas de medição às comparações que requerem um raciocínio abstrato. O ato de medir é um importante instrumento para o progresso da espécie humana, pois o método científico se baseia em experimentos cujos resultados se traduzem em medidas (BRANDI, 2017, p. 02).

Com efeito, o processo de medição evoluiu sob as influências do comércio, agricultura, conquista, colonização, política e aventuras das sociedades antigas ao passo que foram definidas e redefinidas ao longo dos séculos (TREESE, 2018). Na era primitiva os gregos foram os primeiros comerciantes a destinar atenção à metrologia, sendo conhecidos por preservar cópias dos pesos e medidas que eram negociados (WALLARD, 2011).

Brandi (2017), afirma que o nascimento primitivo de um sistema de medidas ocorreu provavelmente por volta de 6000 a.C. com a atividade da agricultura, no território situado entre a Síria e o Irã. O alimento era medido com o denominado hodiernamente de "punhado"¹. Todavia, somente entre 4000 a.C. e 3000 a.C. foram introduzidos sistemas com padrões uniformes de pesos e medidas pelo antigo Egito, Mesopotâmia, China e Vale do Indo. Sendo, no Egito, o cúbito (o comprimento do antebraço do Faraó, medido da ponta do dedo médio até o cotovelo), um símbolo de justiça que guiava as trocas no comércio cotidiano.

No entanto, ao passo que as civilizações e sociedades começaram a construir estruturas maiores, as medidas primitivas já não conseguiam mais atender, havendo a necessidade de desenvolver dispositivos para garantir que as estruturas se encaixassem corretamente e facilitassem o comércio. Esses dispositivos melhoravam a precisão e consistência da medição em uma ou duas ordens de magnitude (TREESE, 2018).

¹"Volume de grãos que cabia em uma mão" (BRANDI, 2017).

Não obstante, com o passar das épocas e o aprimoramento do pensamento científico e tecnológico, ocorre a necessidade de novas demandas no sistema de medições, até então, ainda não padronizado com base em uma ordem imutável da natureza, visto que "*measurement units need to be consistent to be of practical use*" (TREESE, 2018). De acordo com François Cardarelli (2003), a origem de um sistema métrico e, posteriormente, a instauração do Sistema Internacional de unidades (SI)² desdobrou-se na França somente a partir de 1670 com a proposta de Gabriel Mouton para uma medida racional padrão de comprimento, a saber:

one thousandth of a minute of arc (or 1/1000) at the meridian as a rational standard of length. This represents a length of about 1.856 m. He gave this unit the name milliare, from the Latin for one thousand, and divided it decimally into three multiple units, named respectively centuria, decuria, and virga, and three submultiples decima, centesima, and millesima (CARDARELLI, 2003, p.03).

Contudo, somente em 1795, anos após o primeiro florescer de uma padronização, foi instituído um sistema métrico decimal na França, e internacionalizado para o mundo apenas em 1872 na reunião da *Commission Internationale du Mètre* (Comissão Métrica Internacional) em Paris, onde, em 1875, o tratado foi assinado por representantes de 17 países. Estabelecendo, assim, a *Conférence Générale des Poids et Mesures* (Conferência geral sobre pesos e medidas, CGPM), e a *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM)³ (CARDARELLI, 2003).

Contemporaneamente, o Sistema Internacional de Unidades (SI) comporta as seguintes unidades básicas (BIPM, 2018): s (segundo - tempo); m (metro – comprimento); kg (quilograma – massa); A (ampere – corrente elétrica); K (kelvin – temperatura termodinâmica); mol (mol – quantidade de matéria); e, cd (candela – intensidade luminosa).

Para Silva Neto (2011), "medir faz parte do dia-a-dia do ser humano", seja ao utilizar o despertador, o telefone, os produtos de higiene, os serviços de um restaurante, o automóvel; e, em todos os locais, como casa, escritório, lojas, escolas, hospitais e indústrias existe a medição do consumo de energia elétrica, água, gás, etc. Sendo a educação responsável por tornar possível a compreensão da aplicação prática dos princípios de medição, sobretudo, na formação dos engenheiros, pois, estes são por excelência identificadores, formuladores e solucionadores de problemas que envolvem unidades de medida, padrões, calibração, confiabilidade metrológica, intercomparação laboratorial, rastreabilidade, entre outros conceitos (FROTA, 2006; BAZZO, 2006).

² Atualmente, organizado pela *Bureau International des Poids et Mesures* (organização intergovernamental em que os Estados-Membros atuam conjuntamente para definições relativas à ciência e às normas de medição). Disponível em: <https://www.bipm.org/en/measurement-units>

³ Organização intergovernamental em que os Estados-Membros atuam conjuntamente para definições relativas à ciência e às normas de medição. Disponível em: <https://www.bipm.org/en/measurement-units>.

Nesse cenário, o ensino do conteúdo de medição é fundamental e torna-se um desafio aos professores de Física, dado à importância para a formação do aluno e para a vida em sociedade.

O Aluno da Sociedade Digital

A nova realidade vivida pela sociedade digital, imersa em tecnologia e conceitos de ciência, vem trazendo para as salas de aulas os alunos da geração digital, que segundo Coelho (2012), apresentam “*distintas competências tecnológicas*” e “*intimidade com os meios digitais*”. Em contrapartida, observa-se que esses mesmos alunos, ao ingressarem no ensino superior, oriundos de várias regiões do país, apresentam formação insuficiente dos conteúdos básicos das diversas disciplinas, principalmente aquelas relacionadas aos cursos das áreas de exatas e tecnológicas.

Essas lacunas na formação trazidas pelos alunos são comumente observadas nas disciplinas dos primeiros anos de graduação desses cursos, como a Física, mas podem ser sentidas ao longo de toda a jornada acadêmica.

Nas aulas experimentais essa realidade não é diferente. Essa pouca ou nenhuma familiaridade em realizar atividades no laboratório, pode ser reflexo de uma delicada realidade das escolas de ensino fundamental e médio, pois apesar da importância das atividades experimentais, nas escolas tais atividades são raras, devido a fatores que vão desde a falta de equipamentos, o tempo disponível e dificuldades profissionais dos professores.

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

Dentre as inúmeras estratégias de ensino que buscam promover o encontro entre o fascínio dos estudantes pela tecnologia digital e o interesse pelos diversos conceitos científicos (em destaque os conteúdos abordados pela disciplina de Física tratada no presente artigo), pode-se lançar mão das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) para realizar experimentos e demonstrações de leis e fenômenos, pois de acordo com Villatorre (2008),

O laboratório ou experimento torna-se importante, como um instrumento gerador de observações e de dados para as reflexões, ampliando a argumentação dos alunos. No experimento, tem-se o objeto em que ocorre manipulação do concreto pelo qual interage através do tato, da visão e da audição, contribuindo para as deduções e as considerações abstratas sobre o fenômeno observado (VILLATORRE, 2009, p.107).

O uso das mais diversas tecnologias disponíveis contribui na construção do conhecimento do aluno, uma vez que se aproxima da realidade desses estudantes e ao mesmo tempo propicia que as habilidades previamente trazidas por eles sejam aproveitadas em sala de aula, promovendo um diálogo entre os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes (referente à utilização da tecnologia) e os saberes científicos apresentados pela prática proposta.

Dentre as tecnologias disponíveis, pode-se destacar o uso de *smartphones* com suas ferramentas e aplicativos devido a sua acessibilidade e potencialidade.

Os *smartphones* são dispositivos eletrônicos que além de realizar as tarefas básicas de um telefone móvel (como fazer ligações e enviar mensagem de texto), permitem o acesso à internet, podendo servir como computadores pessoais e instrumentos de medidas diretas de grandezas Físicas importantes no ensino de Física (VIEIRA, LARA & AMARAL, 2014, p. 3505-1 – 3505-3).

São aparelhos muito presentes no cotidiano dos alunos e segundo Kiehl, Silava & Miquelin

Percebendo que os estudantes utilizam o celular para várias atividades de sua vida, como comunicação, entretenimento, lazer, redes sociais, compras, vendas, entre outras atividades, consideramos tudo isso como um indicativo de que há uma forte relação de convivência ou dependência dos estudantes com esta tecnologia. Isto também sugere que eles já tenham adquirido certas habilidades no manuseio do equipamento, seus aplicativos e funções, o que poderá tornar seu uso didático mais espontâneo (KIELT, SILAVA & MIQUELIN; 2017, p. 4405-2).

Sequência Didática no Ensino de Física

A sequência didática é uma estratégia de ensino amplamente utilizada nas mais diversas áreas do conhecimento, pode ser definida como “*um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos*” (ZABALA, 1998, p.18).

A utilização dessa estratégia permite ao professor traçar os possíveis caminhos, escolher as ferramentas e métodos adotados em sala de aula, bem como definir a ordem em que atividades serão desenvolvidas, pois cada aluno traz consigo uma bagagem e aprende de maneira diferente, sendo de grande importância o uso de ferramentas diferenciadas que auxiliem os diferentes indivíduos na construção do conhecimento (FRANCO, 2018).

Sendo a Física “*a fundação sobre a qual a engenharia, a tecnologia e outras ciências se baseiam*” (Serway & Jewett, 2014, p.1) é de extrema importância que os conteúdos dessa disciplina sejam trabalhados com o objetivo de fazer com que os alunos compreendam e façam uso desses conceitos no seu dia a dia. Assim, ao trabalhar os conceitos de Física por meio de uma sequência didática

Objetiva-se que através do uso de uma sequência didática o estudante possa realizar uma reflexão sobre o ensino proposto, assim fazer com que os conhecimentos adquiridos sejam levados para a vida e não somente considerado no momento da avaliação” (LIMA, 2018, P. 151-162).

Ora, após três anos consecutivos ministrando a disciplina de Física 1 para calouros dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia Eletrônica e Licenciatura em Química, e tendo identificado que os discentes estão ingressando no Ensino Superior (ES) com uma defasagem na aprendizagem sobre o conteúdo de Medição, apresentando dificuldades em relacionar este conteúdo com situações do cotidiano e de realizar medidas simples, resolveu-se compartilhar esse problema através de uma SD alinhada às TDIC, cujo conteúdo encontra-se no capítulo 1 dos livros didáticos Halliday, (2008), Tipler (2009), entre outros que fazem parte da bibliografia da ementa da disciplina e que são utilizados pela professora regente.

Procedimentos metodológicos

Considerando as disposições até aqui descritas, este trabalho objetivou verificar o potencial pedagógico de uma Sequência Didática (SD) sobre a temática Medição, implementada em uma turma de ingressantes de um curso de Engenharia Civil, com 40 alunos cuja faixa etária estava compreendida entre 18 e 20 anos. A proposta foi aplicada em uma instituição de ensino pública no interior do Paraná.

Os dados foram constituídos a partir da implementação da Sequência Didática por meio de questionários, relatórios, participação dos alunos e diário de bordo do professor.

Os questionários segundo Gil (1999, p. 128), podem ser definidos “como uma técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.”

Já o diário de bordo, permite ao pesquisador descrever os sujeitos, objetos, lugares, acontecimentos, atividades e debates, ou seja, neste é registrado os relatos dos alunos, a participação dos mesmos nas atividades e nas produções coletivas, bem como as inferências do pesquisador. Nestas descrições o pesquisador poderá registrar as suas ideias, reflexões e estratégias sobre os dados de seu estudo qualitativo (BATISTA, 2019p. 19-26.). Portanto constitui-se como um instrumento que pode representar todos os dados coletados durante a pesquisa.

A SD foi estruturada de modo a identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto e após a análise dos dados, proporcionar atividades para o resgate desse conteúdo e materialização. Ela teve a duração de 10 h/a, distribuídos em 4 encontros onde houveram atividades individuais e outras coletivas (até 5 componentes por grupo) a fim de facilitar o desenvolvimento das atividades e proporcionar discussões.

Inicialmente, em sala de aula regular, para verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto, foi utilizado o *Software Mentimeter*, no qual foram elaboradas 11 questões para os alunos responderem individualmente. Esse software é gratuito e pode ser

utilizado em sala de aula, por meio do qual é possível realizar interações em tempo real com os alunos, através de quiz, enquetes, votações entre outros.

Para a utilização do *mentimeter*, o professor precisa acessar o endereço <https://www.mentimeter.com> e efetuar seu cadastro ou entrar diretamente por meio de sua conta no *facebook* ou *Google*. Dentro do ambiente de trabalho do *Mentimeter* o professor pode criar os diversos materiais que serão utilizados em sala de aula, sendo que cada arquivo criado recebe um código numérico de seis dígitos gerado pela plataforma.

Para ter acesso aos questionários, os estudantes devem acessar o endereço eletrônico <https://www.menti.com>, através do seu dispositivo eletrônico e inserir o código de acesso fornecido pelo professor. O professor pode acompanhar o desenvolvimento da atividade, verificando as respostas dos alunos durante a aula, podendo posteriormente trabalhar com as informações obtidas.

A partir das informações obtidas, a professora regente deu continuidade à aula de forma expositiva-dialogada, na qual explicou sobre as unidades de medidas, conversões, Potência de 10, Algarismos significativos, Ordem de Grandeza, Precisão e erro dos instrumentos de medida. Foi proposta, como atividade uma pesquisa em grupo, para identificarem e testarem no *smartphone* aplicativos na versão livre, para a realização de medidas, preferencialmente utilizados na Engenharia Civil, a qual deverá ser apresentada na 9ª aula. Esse primeiro encontro teve duração de 3h/a.

No 2º. Encontro, com duração de 2h/a, os alunos foram divididos em pequenos grupos para a realização de uma atividade prática experimental no laboratório de Física 1, cujas bancadas estavam dispostos réguas, paquímetros, balança digital, termômetros, provetas, pipetas e béquers. Essa atividade teve vários objetivos específicos, entre os quais:

- 1- Estimular a criatividade para a resolução de problemas ao obter a massa de um grão de arroz, as dimensões de um fio de cabelo, a espessura de uma folha de caderno, o volume de uma gota de água;
- 2- Manusear os instrumentos de medidas, fazendo medidas diretas ao medir a sua temperatura com o termômetro, com o paquímetro medir o comprimento de 1 fósforo e o diâmetro de uma esfera, com a balança medir a massa de um grão de feijão;
- 3- Realizar medidas indiretas (área, volume e densidade), expressando-as com a quantidade correta de algarismos significativos após as operações matemáticas necessárias;
- 4- Praticar técnicas de mensuração;
- 5- Obter a precisão e o erro dos instrumentos de medida;
- 6- Revisar sobre notação científica (NC);
- 7- Praticar as regras e operações com algarismos significativos (AS) e obter a ordem de grandeza (OG);
- 8- Promover a reflexão sobre o conteúdo trabalhado, bem como destacar sua importância no cotidiano.

No encontro seguinte, com duração de 3h/a foi trabalhado em sala de aula regular, a Teoria dos Erros, de forma expositiva e interativa utilizando os alunos para participarem de uma dinâmica para a exemplificação das fórmulas (média, desvio absoluto, desvio quadrático, desvio padrão e a forma de representar o resultado de uma medida.

Inicialmente foi solicitado sete voluntários com as seguintes atribuições: 1 aluno (a) para ser medida a sua altura, 5 alunos para realizarem as medidas, 1 aluno para fazer as anotações/ cálculos no quadro. Os outros acadêmicos deveriam acompanhar e conferir os cálculos.

Após discussões, responderam a uma lista de exercícios contendo 10 questões para reforçar a parte conceitual sobre Medição e Teoria dos erros.

No 4º. Encontro, os discentes apresentaram os aplicativos selecionados, demonstrando sua funcionalidade e viabilidade dentro da Engenharia civil.

Após essas atividades os alunos responderam a um questionário sobre o assunto com o objetivo de reforçar os conceitos e verificar se houve aprendizagem após a conclusão da SD.

Resultados e discussões

A atividade inicial, utilizando o *software mentimeter* permitiu identificar o perfil dos estudantes, o conhecimento prévio deles sobre o assunto e introduzir o conteúdo de uma forma lúdica, tendo identificado que:

1) dos 33 alunos presentes no 1º. Encontro, 66,7% são oriundos de diversas cidades de São Paulo, 15,15% são de Campo Mourão, 15,15% são de cidades vizinhas de Campo Mourão e 3% de Rondônia.

2) 81,8% dos discentes são provenientes de instituições públicas;

3) 45,5% tiveram menos de 4 aulas práticas de Física por ano; 30,3% tiveram aproximadamente 1 aula prática de Física por conteúdo em cada ano do EM e 24,3% não tiveram nenhuma aula prática de Física no decorrer de 3 anos de curso.

4) 50% dos alunos não possuem clareza quanto à importância de conhecimentos de Física.

5) 27,3% não souberam identificar a presença da Física em sua atividade diária.

6) 71% dos discentes, na questão sobre o por que é importante saber medir, marcaram a opção “para ter noção das coisas”; 18% assinalaram que é para “acompanhar o progresso”; 9% “para não causar prejuízos para ninguém” e 3% não sabem.

7) na questão sobre a importância dos instrumentos de medida, 94% assinalaram a opção “para não errar na hora de medir” e 6% não sabiam.

8) sobre os instrumentos de medida mais utilizados no seu dia a dia, 36,4% informaram que é a régua; 15,9% indicou a trena; 13,6% usam o copo de medida de volume;

9,1% o relógio; 9,1% a balança; a colher e o palmo ficaram com 4,5 % cada; o paquímetro, a xícara e a garrafa ficaram com 2,3% cada.

9) Quando perguntados sobre o que mediram hoje: 28,1% indicaram que mediram o tempo, 21,9% mediram a comida (quantidade de água para fazer café, pó de café, arroz), 20,8% indicaram que não mediram nada, 6,3% mediram distâncias (n. de quadras da rodoviária até sua casa), 6,3% mediram o peso (acredito que se confundiu e mediu a massa), 6,2% mediram o tamanho de um cômodo de sua residência, 4,1% mediu o tamanho da roupa, 6,2% o mediu algo do seu corpo (cabelo, pé) e 3,1% a quantidade de amaciante para lavar roupa.

10) Na questão sobre se já haviam utilizado alguma ferramenta tecnológica para a realização de medidas: 61,7% indicaram que não, 8,5% indicaram o *excell*, 6,4% *autocad*, 6,4% *sketchUp*, 4,3% *geogebra*, 4,3% o *google maps*, 4,3% App medida (IOS), 2,1% Blender e 2,0% *homeskelch*.

11) A última questão versava sobre a importância das TDIC para a profissão do engenheiro civil, onde 25% não souberam responder. Dentre as respostas destacam-se: “praticidade e agilidade”, “inovar”, “ganhar tempo” e “aperfeiçoar projetos”.

Com base nas respostas, percebeu-se que os alunos apresentavam dificuldades sobre a importância do conteúdo de medição e por isso a continuidade da aula seguiu um ritmo mais lento a fim de que todos pudessem acompanhar as explicações (histórico, unidades de medidas, conversões, Potência de 10, Algarismos significativos, Ordem de Grandeza, Precisão e erro dos instrumentos de medida).

No segundo encontro, os acadêmicos apresentaram muita dificuldade em resolver as questões solicitadas, pois constataram que a balança não media a massa de 1 grão de arroz, que o paquímetro não media a espessura de um fio de cabelo, que não havia um instrumento graduado o suficiente para medir o volume de 1 gota de água. Tiveram dificuldades para perceber que podiam medir uma quantidade maior e depois fazer uma relação matemática conhecida como “Regra de três⁴”. Também identificou-se muita confusão nos conceitos de massa, peso, densidade e nas fórmulas de volume e de área. Alguns alunos mediam a massa com a balança, porém indicavam que haviam medido o peso e por isso posteriormente utilizavam erroneamente a equação do peso. Outros não lembravam as fórmulas para calcular a área da seção transversal de uma esfera (a qual é um círculo), e para calcular os volumes da esfera e do cubo. Apenas um grupo ou outro lembrou que poderia inserir a esfera em um

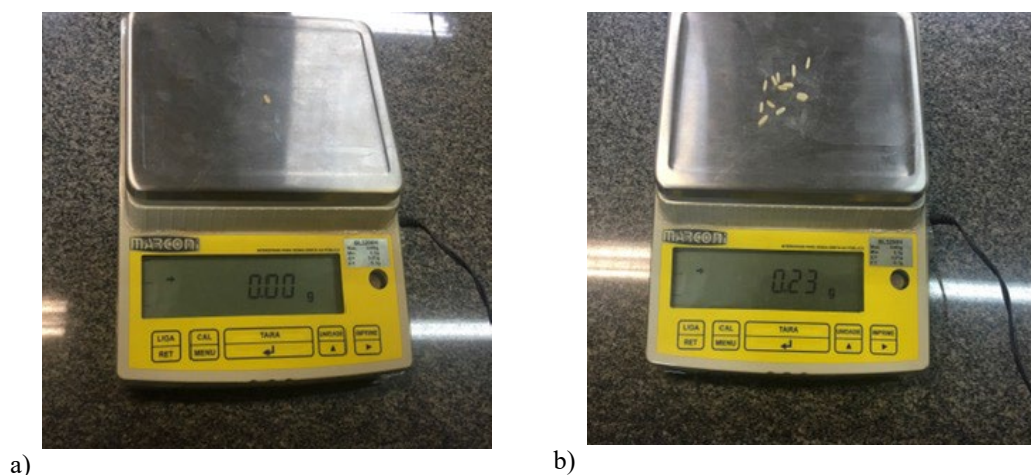
⁴Regra de três simples é um processo prático para resolver problemas que envolvam quatro valores dos quais conhecemos três deles. Devemos, portanto, determinar um valor a partir dos três já conhecidos. Fonte: <https://www.somatematica.com.br/fundam/regra3s.php>

recipiente graduado contendo um volume de líquido conhecido e verificar o volume do líquido deslocado o qual corresponderia com o volume da esfera.

Por meio dessa atividade prática foi possível identificar defasagens de aprendizagem dos alunos, as quais deveriam ter sido contempladas no ensino médio; foi possível resgatar conceitos de Física e matemática e ensinar sobre a manipulação dos instrumentos de medida e atender aos objetivos inicialmente propostos.

A figura 1 mostra a forma como o grupo H encontrou para medir a massa de 1 grão de arroz. Esse grupo, assim como os demais, tentaram medir na balança a massa de 1 grão. Não obtendo êxito, resgataram conhecimentos prévios e após aplicaram a “Regra de Três”.

Figura 1: Obtenção da massa de 1 grão de arroz. a) Tentativa de medir um grão de arroz na balança digital da marca MARCONI com precisão de 0,01 g; b) Artificio utilizado para medir a massa do arroz.

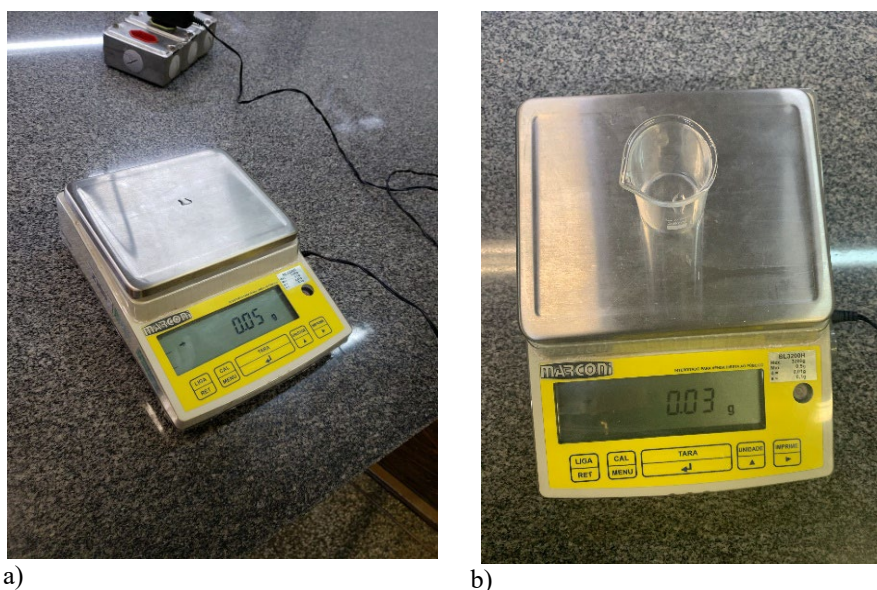


Fonte: Acervo da professora regente (FONTES, A. S.).

Alguns grupos mediram o volume de uma gota de água da seguinte forma: o grupo “A” colocou uma gota de água na balança, e assim obteve o valor da massa e, conhecendo o valor da densidade da água, substituiu-se na fórmula da densidade a qual relaciona a massa e o volume, para a obtenção deste.

O grupo B apenas diferiu em inicialmente colocar um béquer na balança, tarar, e após inseriu uma gota de água dentro, tendo também obtido a massa para posterior inserção do valor na fórmula da densidade, conforme apresentado na figura 2. O grupo C, depois de muito pensar, fez o mesmo procedimento adotado para o arroz. Inseriu várias gotas de água em uma proveta graduada e após aplicou-se a regra de três para descobrir o volume de uma gota.

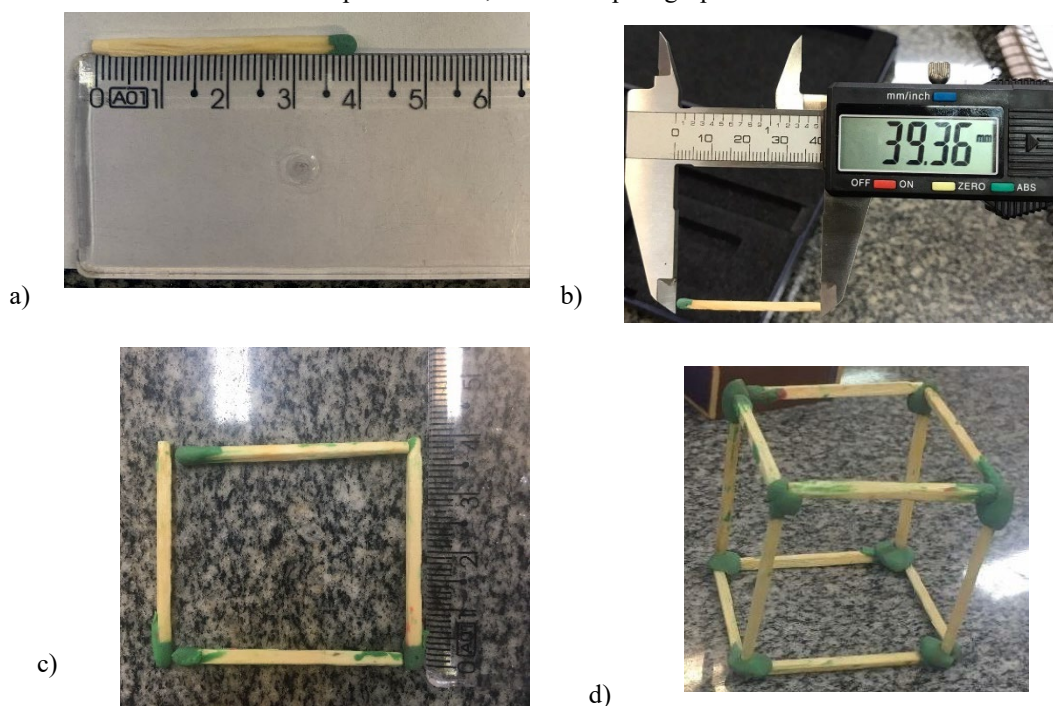
Figura 2: Procedimentos iniciais para a obtenção do volume de uma gota de água. a) Grupo A, mediu a massa de 1 gota de água; b) grupo B mediu o becker e após tarar a balança, inseriu uma gota de água.



Fonte: Acervo da professora regente (FONTES, A. S.).

A fim de que o aluno possa identificar as diferenças em se trabalhar com um instrumento mais preciso e fazer o resgate dos conceitos sobre área e volume, foram realizados os passos apresentados na figura 3_{a-d} com palitos de fósforos.

Figura 3: Medidas das dimensões de um palito de fósforo realizadas a) por meio de uma régua e b) de uma trena; c) materialização de um quadrado e d) de um cubo para o cálculo da área e do volume respectivamente, realizadas pelo grupo B.



Fonte: Acervo da professora regente (FONTES, A. S.).

Nessa perspectiva, estando de acordo com Gervazio, (2017) e Fontes, Ramos e Deimling (2017), ao manipularem os materiais, para construir um material concreto (quadrado e após um cubo), os discentes terão uma noção mais lógica de onde vêm as fórmulas e os significados delas, criando o elo entre teoria/prática. Além disso, ajuda a suprir as defasagens na aprendizagem oriundas do ensino básico.

No terceiro encontro, a aula foi iniciada com uma dinâmica para que os discentes compreendessem sobre a Teoria dos Erros ao participarem ativamente da dedução das fórmulas. Inicialmente 5 voluntários receberam um pedaço de papel para anotarem o valor obtido da medida da altura da colega o qual só foi recolhido no final de todas as medidas, a fim de evitar algum constrangimento. Foi explicado que a intenção de fazer vários alunos medirem a altura de uma colega, era de verificar os possíveis erros, e que em uma situação ideal jamais deveria ocorrer dessa forma. Foi diagnosticado que os 5 alunos não sabiam medir, pois nenhum deles solicitou que a aluna retirasse o chinelo ou ficasse imóvel; 3 chegaram a formar um triângulo entre o solo e a cabeça da aluna sem perceber que haviam inclinado a trena para medir; outro não notou que a aluna observada, estava com a cabeça inclinada para baixo, e 1 aluno pediu para que a aluna se encostasse na parede, e de posse de um lápis marcou um ponto na parede na posição da cabeça, porém como o lápis era pequeno, ele se confundiu e pegou uma medida inferior. Outro problema identificado nesta medida é que havia na parede um rodapé, fazendo com que a trena sofresse uma pequena inclinação.

Após foi explicado aos alunos que a melhor forma de realizar essa medida seria encostar a discente em uma parede lisa, fixar uma régua sobre a sua cabeça de forma que essa toque também a parede (para manter sua cabeça fixa na parede), e marcar um ponto a lápis na parede na posição da régua. Após fazer a medida com a trena, do solo até o ponto.

Diante da falta de padrões para a realização das medidas, bem como os erros grosseiros presenciados durante as medições, a professora pôde trabalhar a “Teoria dos Erros” dando ênfase na metodologia correta das medições e na necessidade de interpretar com atenção à questão solicitada.

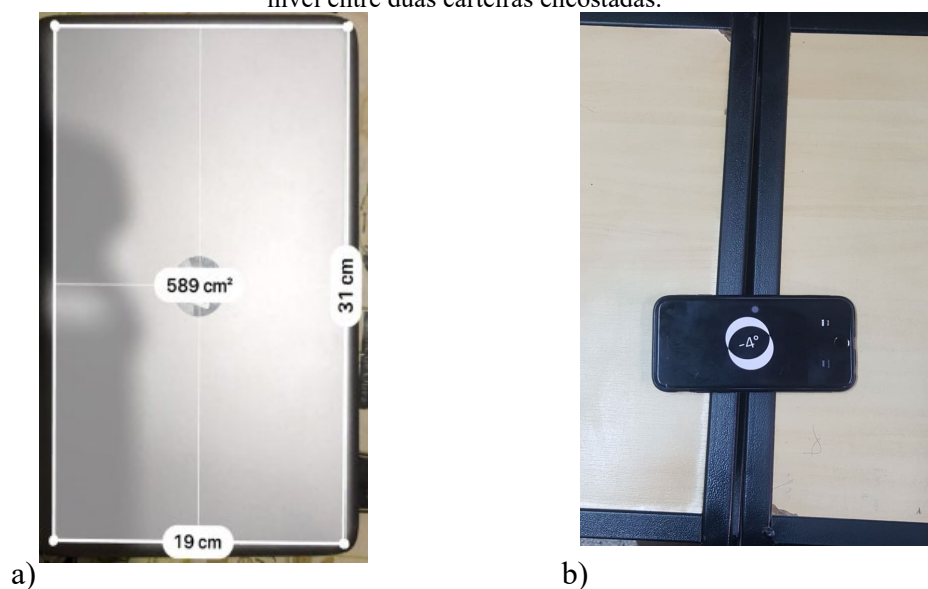
Após discussões, os dados foram inseridos nas fórmulas e o conteúdo foi sendo explorado de um modo muito tranquilo pois os alunos estavam motivados ao verem relacionado a Física com uma questão comum do cotidiano deles.

No encontro seguinte, os alunos apresentaram com muito domínio a pesquisa sobre alguns dos aplicativos úteis na engenharia civil, onde fizeram uma demonstração de como baixar, calibrar e utilizar. Dos *App* apresentados, destacam-se:

1. Medida⁵ é um App que foi desenvolvido pela *Apple* e está disponível para os *smartphones* com sistema a partir do IOS 12. É uma ferramenta conveniente para medir objetos no mundo real, pois permite medir rapidamente as dimensões dos objetos (comprimento, altura, largura), e também fornece automaticamente as dimensões de objetos retangulares. Com o ícone “nível” verifica-se se há um desnível de superfície em relação ao solo e o valor caso esteja.

Nas figuras 4_{a-b} estão apresentadas a leitura na tela do *smartphone* durante a realização das medidas pelo App, as dimensões de um notebook e o desnível apresentado na união de duas carteiras.

Figura 4: Medição realizada com o App Medidas. a) Dimensões de um notebook; b) Medida do nível entre duas carteiras encostadas.



Fonte: Grupo A.

Segundo o grupo A,

Escolhemos o App medidas pela praticidade e exatidão. Podemos agregar na engenharia civil, pois facilita o trabalho do engenheiro em diversas maneiras, pois basta pegar o smartphone e já tem os recursos necessários para tirar medidas a total disposição, sem ter o trabalho de ficar carregando instrumentos de medidas e fazendo os cálculos.

O grupo D, também trabalhou com o App para a obtenção do nível. Segundo o grupo,

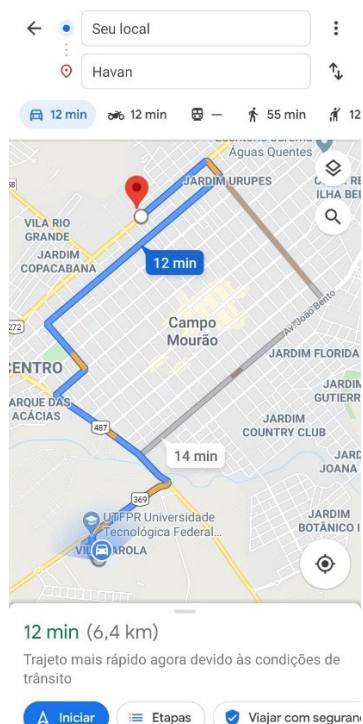
Quando falamos na topografia de um terreno o nível entra em destaque pois é a partir dele que se pode verificar se a região possui alguma inclinação ou desnível na hora da construção. É necessário um bom levantamento topográfico do terreno para garantir a estabilidade do edifício. Pisos e paredes desnivelados podem indicar problemas na estrutura ou erro na obra por isso o nível também é considerado de suma importância pois através dele pode se verificar se essas construções em encontram-se em perfeito alinhamento ou não.

⁵ App Medida. Disponível em: <https://apps.apple.com/br/app/medida/id1383426740>

2. Google Maps⁶. Este app foi desenvolvido pela Google estando disponível para as plataformas Android e IOS. Ele é muito utilizado em viagens, para encontrar locais, medir distância, velocidade, etc.

Na figura 5 está apresentado uma rota obtida pelo grupo F, para a demonstração da funcionalidade do aplicativo. o aplicativo traçou uma rota, mais rápida, que foi representada em azul no mapa. Após traçada a rota, seleciona-se a função iniciar, a qual fornece dicas de como ir, para chegar ao destino.

Figura 5: O uso do App Google Maps.



Fonte: Grupo F. Acervo pessoal FONTES, A. S., 2020.

Segundo o grupo F,

Com esse trabalho, podemos compreender como funciona o aplicativo Google Maps, que se mostra muito útil na Engenharia Civil, para a localização de destino e mostrar rotas, medindo as distâncias e o tempo necessário para se chegar, por exemplo, a um determinado cliente. Sabendo a distância e o tempo gasto, podemos inserir essas informações nas despesas.

3. O App C7 GPS dados⁷ e C7 GPS malha foram estudado pelo grupo H, para a obtenção de coordenadas geográficas e armazenamento dos dados. Ambos têm entre as suas

⁶Google Maps. Disponível em:

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.maps&hl=pt_BR

⁷App C7 GPS Dados. Disponível em:

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.crcampeiro.c7gps&hl=pt_BR

principais ferramentas a medição de terrenos, com a diferença de que o Malha é voltado principalmente para a agricultura de precisão, enquanto que o Dados é mais adaptável a finalidades diversas.

O grupo H primeiramente utilizou o aplicativo de armazenamento de dados (C7 GPS Dados) para realizar um contorno dentro do terreno da UTFPR, dados estes como: perímetro (m), área (m², ha) e as coordenadas do local. Após a obtenção desses dados salvos em um arquivo de texto, eles foram transferidos para o C7 GPS Malha o qual forneceu uma imagem do mapa.

Na figura 6 está apresentado uma medida realizada pelo grupo H referente a uma determinada área da UTFPR.

Figura 6: Medida realizada pelo grupo H, para a demonstração do uso do App C7.



Fonte: Grupo H.

Segundo o grupo H, “Os aplicativos são muito úteis para a área de engenharia pois apresentam grande serventia para a venda do projeto ao cliente, garantindo uma melhor visualização do seu terreno, por meio de imagens de satélites e para a projeção de plantas”.

4. App A2+⁸ é um aplicativo dedicado à medição de superfície, perímetro e distância. Muito útil para medir terrenos de modo geral, Espaços esportivos, telhados de casas, lagos, etc. A área de exibição pode ser dada em m², pés², quintal, Acre e hectare.

⁸App A2 está disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=fr.webdream.a2plus&hl=pt_BR

As medidas podem ser realizadas através de uma imagem fornecida pelo GPS, onde os dados de área e perímetro podem ser obtidos automaticamente ao selecionar a região, como também o usuário pode percorrer o local e selecionar a região através de pontos.

Na figura 7 está apresentado uma medida realizada pelo grupo R no modo manual, o qual o usuário passa no local e marca os pontos a serem medidos. Ele confirma uma sucessão de pontos que descrevem o chão melhor graças à posição provida pelo GPS (SISTEMA de POSICIONAMENTO GLOBAL).

Figura 7: Obtenção de medidas com o App A2 Plus



Fonte: Grupo R.

Segundo o grupo, “O App é muito útil e fácil de usar. Serve para medir áreas, perímetros, latitude e longitude de um terreno qualquer. Os pontos passíveis de melhoria que notamos, seria a de oferecer uma versão free e melhorar a precisão para áreas menores.

5. “ARPlan 3D⁹”, é um aplicativo disponível apenas para Android, que permite a medição rápida de uma área usando a realidade aumentada (AR). O aplicativo permite a utilização de várias unidades de medida e permite colocar uma régua virtual em superfícies reais, etc.

⁹App ARPlan 3D disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.grymala.arplan&hl=pt_BR

Com a utilização do aplicativo é possível que seja calculado automaticamente o perímetro, piso, paredes, conforme apresentado na figura 8, que podem ser utilizados para uma estimativa da quantidade de materiais utilizados em uma construção.

Figura 8: Vista da sala com as respectivas medidas e no canto superior esquerdo a planta fornecida pelo App.



Fonte: Print Screen da tela do App AR Plan 3D, fornecida pelo grupo B.

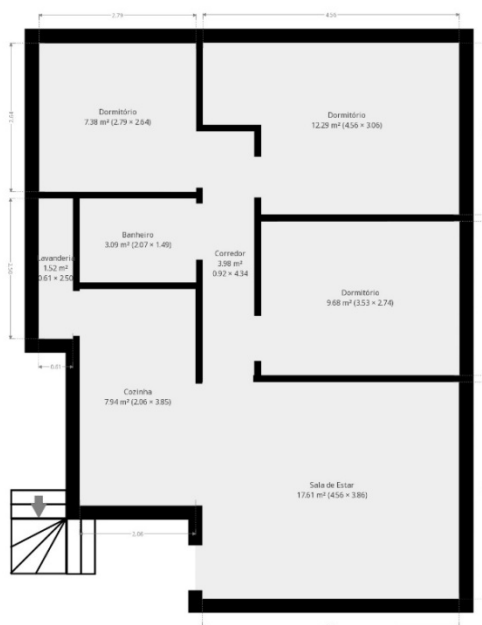
6. “MagicPlan¹⁰”, proporciona ao usuário a praticidade de fazer medidas de comprimento dos mais variados cômodos. Além disso sua maior vantagem é a existência de ferramentas que desenham a planta da região destacada, que é uma grande vantagem para um engenheiro Civil.

O aplicativo funciona com a câmera do celular. Diferente de outros aplicativos de medida ele não necessita de que uma foto seja tirada, e sim que as arestas da região a ser medida sejam destacadas na tela do aparelho; o aplicativo ainda oferece uma lista com cômodos. Após irem na obra para a realização das medidas, o App fornece a planta baixa conforme apresentado na figura 9.

Segundo o grupo C, “o melhor teste para qualquer teoria é pô-la em prática e foi isso que fizemos ao irmos em uma obra e medir com o aplicativo os cômodos, no qual o App após desenhou uma planta baixa”.

¹⁰App Magicplan. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sensopia.magicplan>

Figura 9: Planta baixa obtida pelo *App MagicPlan*.



Fonte: Acervo do grupo C.

Além desses também foram explorados outros aplicativos assim como o “*Bosch Toolbox*”¹¹ e “*Smart Tools*”¹². Durante as apresentações, observou-se que os alunos estavam muito motivados, pois a cada apresentação, o grupo trazia uma informação nova e relevante, referente ao cotidiano, despertando o interesse no aprendiz, pois eles possuíam um conhecimento prévio popular e partir deste momento passaram a ter um conhecimento científico.

Vale destacar que, as ferramentas tecnológicas trazem muitas atividades de Física e assim colaboram com professores e alunos no processo do ensino, por aproximar os estudantes da disciplina; possibilitar a interação entre alunos e professores; enriquecer as aulas e assim auxiliar na superação das dificuldades (ARAÚJO; MAZUR, 2013 p. 364-366).

Durante toda a SD foi observado a participação e o entusiasmo dos alunos, mas o domínio de conteúdo foi maior presenciado no último encontro, nas apresentações de uso de *App* para a realização de medidas, quando demonstraram capacidade em argumentação sobre conceitos apresentados, fazendo ligações com a realidade transformando a aprendizagem em significativa (MOREIRA, 2015).

Nessa perspectiva, em consonância com Pelizzari (2002), ao introduzir novos conteúdos são necessários métodos, os quais proporcionem aos estudantes reflexões aprofundadas, se possível relacionar com conhecimentos já existentes, construindo ligações entre o que já sabem e o novo conhecimento.

¹¹App Bosch Toolbox, disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.convisual.bosch.toolbox2>

¹² App Smart Tools, disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pcmehanic.measuretools>

Na análise dos dados do questionário aplicado na 10ª. aula, o qual serviu para avaliar a forma como os discentes utilizam o *smartphone*, indicou que:

29,4% até então não utilizavam nenhum *App* para a realização de medidas, 70,6% indicaram que sim, onde desses 41,2 % indicaram que usavam o *Google Maps*, 14,7% utilizavam o *App* medida (*Apple*) e os outros se dividem igualmente entre GPS, medidor de passos, *Waze*, Mapeia, Conversor de medidas, *Nike Run*, Régua, Cronômetro, A2 plus. Com exceção do último, os *App* utilizados são aplicativos comuns. Pela análise das respostas, verifica-se o quanto foi importante trabalhar com os discentes sobre as ferramentas que o *smartphone* traz e que podem ser úteis para a formação acadêmica e para o dia a dia deles.

Quando perguntados se já haviam utilizado o *smartphone* em sala de aula antes para alguma atividade de ensino, 20,6% informaram que não e 79,4% informaram que sim, porém para atividades comuns, como fazer pesquisas, uso como calculadora e como dicionário para tradução de palavras de língua estrangeira (*Duolingo*).

A terceira questão versava sobre o uso do *Smartphone* em sala de aula pelo professor para atividades de ensino e indicou que: 17,6% informou que nenhum professor utilizava e 82,4% indicaram que em algum momento na escola ou na Universidade, algum professor utilizou, porém ao analisar as respostas percebemos que 29,4% indicaram que foi recentemente na Universidade na disciplina de Calculo 1 com o *App Plickers*; também recentemente 5,9% na disciplina de Geometria Analítica com o *App Geogebra*, e os outros 47,1% indicaram que utilizaram no EM. Destes, 6,3% utilizou no *App Kahoot* (na disciplina de História, línguas e Física 1); 5,9% no *App* Acelerômetro (na disciplina de Física 1); 2,9% um *App* de química e os outros 32,0% utilizaram como fonte de consulta para pesquisas. Entendemos que desta forma o professor não está utilizando o aplicativo e sim autorizando os alunos a utilizar o *Smartphone* para a realização de consultas. Identifica-se que falta informação para os professores e alunos quanto às possibilidades de ensino que podem ser realizadas com o uso dessa ferramenta, pois a utilização do *Smartphone* como ferramenta auxiliarem sala de aula apresenta um potencial pedagógico, pois traz muitos benefícios para o ensino, sendo esse um recurso inerente aos jovens de hoje (FONTES *et al*, 2019).

Quando questionados sobre a SD, 58,9% assinalaram achar muito interessante; 35,2% acharam interessante; 5,9% bom e nenhum assinalou razoável ou muito chato.

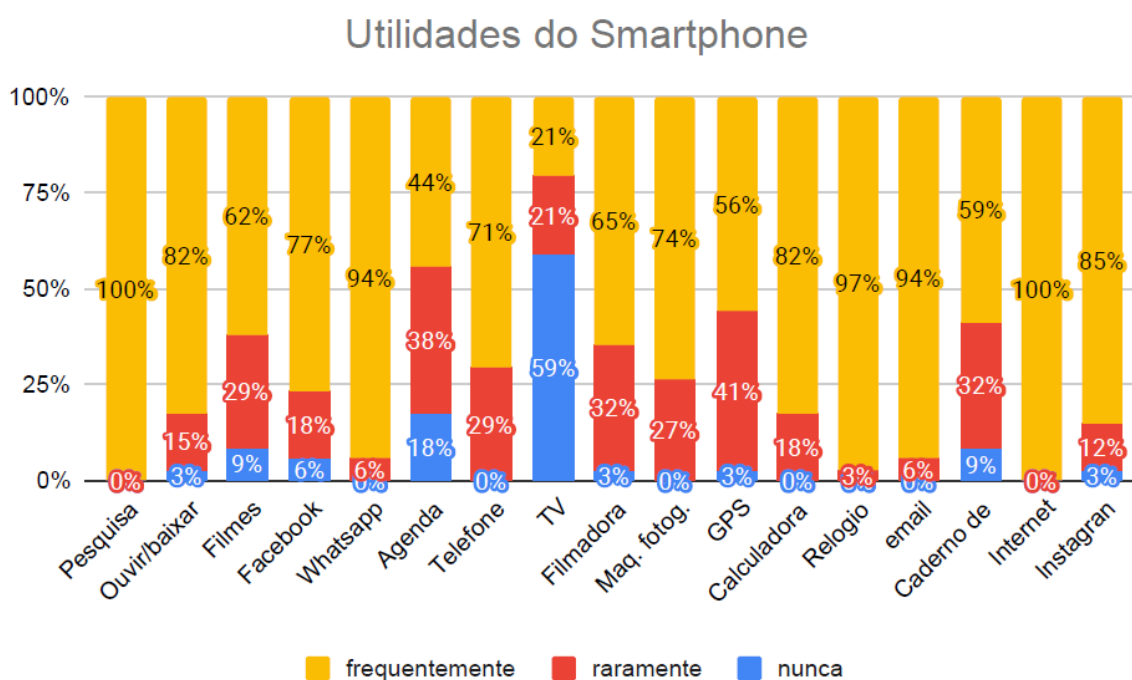
Na análise dos dados sobre a forma de utilização do *Smartphone* (Figura 10) pelos discentes, indicou que: 100% utilizam como fonte de pesquisa e para acesso à internet, em especial redes sociais (facebook, whats App, Instagram, email), também usam para ver as horas (atualmente poucos jovens usam relógio de pulso) e como calculadora (muitos já não

tem calculadora) estando de acordo com o observado por Fontes *et al.* (2019), em pesquisa realizadas com alunos do EM.

Além dessas respostas, alguns indicaram que usam também para jogos e para acessar vídeos do *You Tube*.

Nenhum discente indicou que utilizava o Smartphone para a realização de algum tipo de serviço.

Figura 10: Exploração do Smartphone



Fonte: Autores

Na questão sobre de que forma o trabalho realizado, contribuiu para a sua formação acadêmica e formação pessoal, de modo geral todos os alunos afirmaram que contribuiu muito, com destaque para a resposta do aluno C, “Contribuiu muito, pois nos apresentou aplicativos, que poderemos utilizar em questões simples do dia-a-dia; em trabalhos durante o curso de engenharia, como também após formados, para a otimização de tempo em nosso trabalho”.

Ao perguntar sobre a importância de fazer esse trabalho e de assistir ao dos colegas, todas as respostas foram positivas, com destaque a da aluna M:

O trabalho de cada grupo acrescentou muito na minha formação profissional pois apresentaram vários aplicativos diferentes, por exemplo: medir dimensões, nivelamentos e solo. Com isso caso algum dia eu não tenha nenhum instrumento nas mãos eu posso baixar alguns desses aplicativos a aplicar na realização de algum trabalho.

Na questão aberta sobre comentários/ sugestões, houveram muitos comentários positivos sobre a realização dessa SD, com destaque para o do discente I:

Agradeço a oportunidade de realizar trabalhos com um cunho mais tecnológicos, e que se relacionam com a área, inclusive, muito bem orientada e mediada pela professora, que mostra total capacitação e felicidade no compartilhar conhecimento, e que pela sua forma de trabalho nos faz mais interessados pela disciplina no geral.

É importante destacar na fala do discente I, o reconhecimento pelo trabalho da professora e sua motivação, e isto pode ser notado na fala de outros alunos também. Um professor motivado¹³ é criativo e tende a buscar novas técnicas de ensino, mantém-se atualizado sobre os acontecimentos da sociedade e exerce constantemente uma relação entre a atualidade e o conteúdo ministrado em sala de aula. Dessa forma, estimula os alunos a serem mais críticos e relacionarem o conhecimento adquirido em sala com os fatos presentes em suas vidas.

Considerações finais

A utilização de uma sequência didática (SD) com atividades básicas de medição teve como objetivo promover um resgate dos conhecimentos, bem como, aprimorá-los de maneira gradativa. Por meio dela foi possível observar os pontos de maior dificuldade dos alunos e suas lacunas de formação em Física e matemática oriundas do ensino médio.

Ela possibilitou ao professor atuar como mediador na construção do conhecimento por meio de atividades de medições que buscavam despertar a criatividade na resolução de mensurações propostas, utilizando vários recursos e ferramentas.

Por meio desta foi possível mostrar aos discentes que a tecnologia veio para facilitar a sua vida; que o *smartphone* é muito mais do que uma ferramenta de comunicação, apresentando muitas funções interessantes para um engenheiro; e que saber medir é fundamental para o ser humano.

¹³ Fonte: Por que motivar os professores da sua escola?
<https://escolaweb.com.br/blog/motivar-os-professores-da-sua-escola/>

Referências

- ARAÚJO, Ives Solano.; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem de Física. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v.30, n. 2: p. 362-384, ago. 2013. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n2p362>
- BATISTA, Débora Regina da Rocha; FUSINATO, Poliana; BATISTA, Michel (Org.). Sequência Didática como possibilidade para um trabalho interdisciplinar. In: _____. *Sequências Didáticas: Contribuições para o Ensino de Ciências e Matemática*. Maringá: Massoni, 2019. p. 19-26.
- BAZZO, Walter; PEREIRA, Luis. *Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.
- BIPM. *The International System of Units*. France, 2018. Disponível em: <https://www.bipm.org/en/measurement-units/>> Acesso em: 29 mar. 2020.
- BRANDI, Humberto. Um Passeio no Tempo com as Medições: do Cúbito ao Metro. In: COSTA -;FELIX, Rodrigo; BERNARDES, Américo (orgs) *Metrologia: volume 1: fundamentos*. Rio de Janeiro: Brasport, 2017.
- CARDARELLI, François. *Encyclopaedia of Scientific Units, Weights and Measures: Their SI Equivalences and Origins*. Springer-Verlag, 3.ed. London, 2003.
- COELHO, Patrícia Margarida Farias. Os nativos digitais e as novas competências tecnológicas. *Texto Livre*, Belo Horizonte-MG, v.5, n. 2, p.88-95, 2012.
- FERNANDES, Wilson. A metrologia como elemento básico para a qualidade. *Dissertação* (Dissertação em Engenharia de Produção) – UNIP. São Paulo. 2010. Disponível em <https://repositorio.unip.br/dissertacoes-teses-programa-de-pos-graduacao-stricto-sensu-em-engenharia-de-producao/a-metrologia-como-elemento-basico-para-a-qualidade/> Acesso em: 29 mar. 2020
- FONTES, Adriana da Silva; RAMOS, Fernanda; DEIMLING, Cesar. Materialização de questões relacionadas a Centro de Massa: uma atividade aplicada a licenciandos. *R. bras. Fís. Tecnol. apl.*, v. 4, n. 1, p. 52-71, mai./jun. 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/X/Downloads/5664-25023-1-PB.pdf> Acesso em: 29 mar. 2020
- FONTES, Adriana Silva; BATISTA, Michel; SCHWERZ, Roseli; RAMOS, Fernanda. A utilização do smartphone como recurso didático no ensino de Física –Uma possibilidade de inclusão. *Revista Formação@Docente* - Belo Horizonte - V. 11, N. 2, julho/dezembro 2019. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas-izabela/index.php/fdc/article/viewFile/1961/1081> Acesso em: 29 mar. 2020
- FRANCO, Donizete Lima. A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de Física moderna no ensino médio. *Revista Triângulo*, v.11, n.1, p.151-162, 2018. <https://doi.org/10.18554/rt.v0i0.2664>

FROTA, Maurício; FINKELSTEIN, Ludwik. Educação em Metrologia e Instrumentação: Demanda Qualificada no Ensino das Engenharias. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 25, n. 1, p. 49-65, 2006. <http://dx.doi.org/10.15552/2236-0158/abenge.v25n1p49-65>

GERVÁZIO, Suemilton. Nunes. Materiais concretos e manipulativos: uma alternativa para simplificar o processo de ensino/aprendizagem da matemática e incentivar à pesquisa. *Revista Eletrônica Paulista de Matemática*, v. 9, p. 42-55, jul. 2017. <http://dx.doi.org/10.21167/cqdvol9201723169664sng4255>

GIL, Antonio. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALTER, Jearl. *Fundamentos de Física*, volume 1: mecânica. Tradução Ronaldo Sergio de Biasi. -8ª. ed.-Rio de Janeiro: LTC, 2008.

KIELT, Everton; SILVA, Sani da; MIQUELIN, Awdry. Implementação de um aplicativo para smartphones como sistema de votação em aulas de Física com Peer Instruction. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.39, n.4, p. e4405-1- e4405-8, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0091>

MOREIRA, Marco Antonio *Teorias de Aprendizagem*. – 2. Ed. Ampl. – [Reimpr.]. – São Paulo; E. P. U., 2015.

PELIZZARI, Adriana.; KRIEGL, Maria de Lurdes; BARON, Márcia; FINCK, Nelcy.; DOROCINSKI, Solange. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *Rev. PEC*, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf> Acesso em: 29 mar. 2020

SERWAY, Raymond A. /JEWETT Jr, John W. *Princípios de Física. Mecânica Clássica e Relatividade*. Volume 1. Tradução: EZ2 Translate. São Paulo: Cengage Learning, p.9, 2014.

SILVA NETO, João Cirilo. *Contribuições da metrologia em cursos de engenharia*. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, XXXIX, 2011, Blumenau/SC. Anais. Blumenau/SC: FURB, 2011. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/8/sessoestec/art1637.pdf> Acesso em: 29 mar. 2020

TIPLER, Paul.; MOSCA, Gene. *Física para cientistas e engenheiros*, v.1; Mecânica, Oscilações e Ondas, termodinâmica. Tradução Fernando Ribeiro da Silva, Gisele Maria Ribeiro. – Rio de Janeiro: LTC, 2009.

TREESE, Steven. *History and Measurement of the Base and Derived Units*. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature, 2018.

VIEIRA, Leonardo Pereira; LARA, Vitor de Oliveira Moraes; AMARAL Dayanne Fernandes. Demonstração da lei do inverso do quadrado com o auxílio de um tablet/smartphone. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.36, n.3, p.3505-1 – 3505-3, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000300017>

VILLATORRE, Aparecida Magalhães; HIGA, Ivanilda; TYCHANOWICZ, Silmara Denise. *Didática e avaliação em Física*. Curitiba: IBPEX, 2008.

WALLARD, A. *Metrology Principles and Organization*. In: Springer Handbook of Metrology and Testing. Horst Czichos, Tetsuya Saito, Leslie Smith (Eds.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.

ZABALA, Antoni., *A prática educativa: como ensinar*. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998, p.18.

SOBRE AS AUTORAS E SOBRE OS AUTORES

Adriana da Silva Fontes

Doutora em Física pela Universidade Estadual de Londrina (2009) e Pós doc em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (05/2014). Professora titular da carreira do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná desde 1995, atuando junto aos cursos de: Ensino técnico, licenciatura, engenharia, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física e Formação de Professores PROFOP/ PARFOR. Realiza pesquisas nas seguintes linhas de pesquisa: Física, Ensino de Física, Formação de Professores, Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs). Contribuição: Autora do trabalho e Professora regente.

Ana Claudia Sabino

Graduada em Física (Licenciatura) pela Universidade Estadual de Maringá. Graduada em Engenharia Têxtil pela Universidade Estadual de Maringá. Especialista em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Internacional- UNINTER. Mestre em Física (UTFPR). Contribuição: testes dos aplicativos

Fernanda Peres Ramos

Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela UEL (2014) e pós doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática pela UEM (2017). Professora associada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Atualmente atua como professora permanente no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - pólo UTFPR - câmpus Campo Mourão. Realiza pesquisas nas seguintes linhas de pesquisa: História, Filosofia e Sociologia da Ciência; Ensino e Epistemologia da Ciência; Ensino de Física; Ensino e CTS em Engenharia Ambiental; História e Filosofia da Ciência voltada à Engenharia Ambiental. Contribuição: redação do artigo

Lucas Toshitaka Yatsugafu Longo

Bacharel em Ciências Humanas pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, Técnico em Informática pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, discente em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas na Universidade Norte do Paraná - UNOPAR. Já realizou pesquisas e publicações nas áreas de Ciência da computação, Estatística, Redes Sociais, Tecnologia da Informação, Ciências Humanas, Educação e Química. Atualmente, pesquisa e publica trabalhos na área de humanas, estatística, tópicos de inteligência artificial e redes sociais. Contribuição: Revisor do artigo.

Ronaldo Celso Viscovini

Doutor em Física pela Universidade Estadual de Campinas (2000). Atualmente é professor associado da Universidade Estadual de Maringá. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Métodos e Técnicas de Ensino, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino de física, experimentação didática e lasers de CO₂ e de terahertz. Contribuição: Revisor do conteúdo de física.