

APLICAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA COM USO DE LABORATÓRIOS ONLINE NO ENSINO DE QUÍMICA EM TURMAS DO ENSINO MÉDIO EM ESCOLA PÚBLICA: UMA PESQUISA-AÇÃO.

Application of investigative didactic sequence with use of online laboratories in chemistry teaching in public high schools: an action research.

Alexandro Lima Gomes [alexandro.gomes@ifsc.edu.br]

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). Av. XV de Novembro, 61 - Aeroporto, Araranguá - SC, 88905-112

Simone Meister Sommer Bilessimo [simone.bilessimo@ufsc.br]

Juarez Bento da Silva [juarez.b.silva@ieee.org]

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Rua Pedro João Pereira, 150 - Mato Alto, Araranguá - SC CEP 88905-120

Recebido em: 20/08/2019

Aceito em: 23/03/2020

Resumo

Este documento explorou os laboratórios *online* e suas potencialidades, para atividades práticas em disciplina de Química no Ensino Médio. O conteúdo abordado foi densidade. Os laboratórios *online* (remoto e virtual), foram integrados em uma sequência didática investigativa (SDI), acessada em um ambiente virtual de aprendizagem. A SDI construída buscou contextualizar a densidade como propriedade da matéria e sua relação com as ligações químicas, o princípio de Arquimedes e de como a densidade aparece no dia a dia. Após a aplicação da SDI foram aplicados dois questionários, um sobre o perfil dos alunos e outro para avaliação dos laboratórios *online*. Participaram da pesquisa 101 alunos de três turmas de ensino médio do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá. Conclui-se que o uso de laboratórios *online*, integrados a sequências didáticas investigativas, contribuíram para um melhor entendimento do conceito de densidade e conteúdos afins, motivando o aluno e facilitando seu aprendizado.

Palavras chave: *Laboratórios Online, Ensino de Química, Tecnologias de Informação e Comunicação.*

Abstract

This document explored the online laboratories and their potentialities, for practical activities in Chemistry discipline in High School. The content covered was density. Online laboratories (remote and virtual) were integrated into an investigative didactic sequence (SDI), accessed in a virtual learning environment. The built SDI sought to contextualize density as property of matter and its relation to chemical bonds, the principle of Archimedes and how density appears daily. After application of the SDI, two questionnaires were applied, one on the profile of the students and another one for the evaluation of the online laboratories. A total of 93 students from three high school classes from the Federal Institute of Santa Catarina - Campus Araranguá participated in the study. It was concluded that the use of online laboratories, integrated with didactic sequences of research, contributed to a better understanding of the concept of density and related contents, motivating the student and facilitating their learning.

Keywords: Online Laboratories, Chemistry teaching, Information and Communication Technologies.

Introdução

A presença, cada vez mais comum das TIC no campo da educação tem gerado grandes debates, cobrando uma postura a respeito, já não se pode pensar que as TIC não são relevantes para a educação. De fato, deve-se considerar que as TIC oferecem possibilidades para o ensino, e que tem como consequência um grande desafio para o sistema educacional. Por outro lado, as atividades práticas apresentam importância na significação de conceitos dentro das Ciências. Entretanto, nem sempre esta característica está contemplada na formação no Ensino Básico, por falta de estrutura, recursos ou capacitação docente. Segundo o Censo Escolar MEC/INEP 2018, apenas 11% das escolas no Brasil (8% públicas e 19% privadas) dispunham de laboratórios de ciências.

Estas carências certamente tem consequências diretas na aprendizagem e motivação dos alunos. E estas podem ser verificadas em avaliações externas. Uma delas é o Pisa (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes), coordenado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Com base nos dados de 2015, os estudantes brasileiros atingiram 401 pontos, apresentando um nível de proficiência baixo (BRASIL, 2018). Outra avaliação, que pode ser tomada como parâmetro é o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), a nota das provas de Ciências da Natureza é, historicamente, a mais baixa entre as avaliações. (Brasil, 2018).

Para o desenvolvimento das Ciências, é importante despertar o gosto por elas desde o Ensino Básico. E esta cultura científica necessita de práticas que deem significado aos conhecimentos teóricos, que os relacione com o dia a dia do indivíduo, que o motive a aprender. As aulas teóricas e práticas no ensino de ciências, especificamente podem tornar, as aulas mais interessantes e os alunos mais motivados. Conforme Plauska (2013, p. 2), esta abordagem “pode ser uma estratégia a mais para motivar os alunos e despertá-los para a ciência ao revelar para eles como ela é trabalhada”.

A Química, tradicionalmente, caracteriza-se por ser uma ciência cujos fundamentos estão baseados em uma essência experimental. Como disciplina do Ensino Básico, as atividades experimentais também se fazem necessárias. As atividades práticas despertam interesse no aluno, independentemente do nível de escolarização. Giordan (1999) associa sentimentos como motivação, ludicidade e vinculação aos sentidos, o que para alguns professores revela um aumento da capacidade de aprendizado.

A Internet disponibiliza um grande número de alternativas didáticas que, com as devidas adaptações às realidades de cada cenário escolar, podem ser utilizadas a fim de promover o desenvolvimento do processo cognitivo. Nestas possibilidades estão, por exemplo, vídeos, sites, atividades interativas, ferramentas de compartilhamento de conteúdo e os laboratórios *online*, este último sendo objeto deste estudo.

Em um laboratório *online*, os parâmetros de investigação podem ser manipulados e os efeitos dessa manipulação são observados para obter informações sobre a relação entre variáveis no modelo conceitual subjacente ao laboratório *online* (Silva, Bilessimo e Alves, 2018). De acordo com Zutin (2010), Figura 01, os laboratórios *online* podem ser divididos em dois grupos principais: simulações de software e laboratórios compostos por equipamentos de hardware reais. As simulações de software baseadas na Web são chamadas de "Laboratórios Virtuais" e diferem dos laboratórios remotos dessa forma, que utilizam apenas software, enquanto os “Laboratórios Remotos” consistem em equipamentos de hardware reais, ou seja, é um experimento real, localizado em espaço diferente do aluno, e o contato entre ambos é mediada por uma TIC.

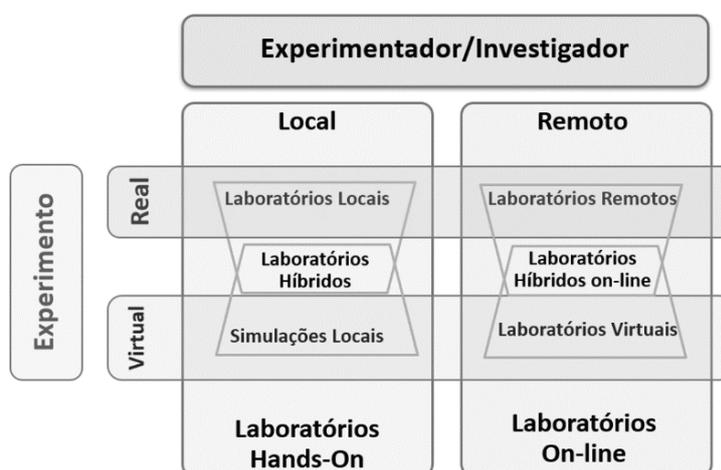


Figura 01: Laboratórios remotos e virtuais.

Fonte: Zutin (2010)

A investigação como método de ensino é uma abordagem tem como premissa um questionamento inicial, desencadeando uma série de ações pedagógicas que permitirão que o estudante consiga respondê-la satisfatoriamente. Além disso, criam-se situações para que o aluno desenvolva o pensamento crítico e reflexivo (Santana, Capecchi e Franzolin, 2018). Existem diversas nomenclaturas utilizadas para denominar esta metodologia de aprendizagem: *inquiry* (inquérito, questionamento, em tradução livre), aprendizagem por descoberta, resolução de problemas, projetos de aprendizagem ou ensino por investigação. No que tange ao problema a ser proposto, este deve ser do interesse do aluno, contextualizado na sua realidade. Também é importante que no decorrer da busca pelas soluções, haja o contato com novas informações e que estas sejam socializadas pelos estudantes, de forma oral ou escrita (Zômpero e Laburú, 2011).

Sequências Didáticas (SD), conforme Zabala (2011, p. 18), compreendem um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim, conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. É importante ressaltar que as SD contribuam para o avanço progressivo dos conhecimentos dos alunos, em relação às questões subjacentes ao ensino de ciências e à iniciação da alfabetização científica (Viecheneski e Carletto, 2013). Observa-se que a SD proposta por Zabala é coerente com o caráter investigativo de ensino, visto que a construção, significado e consolidação dos conceitos científicos são dados pela problematização, hipóteses, coleta de dados e sistematização. Esta é uma tendência dentro da área do ensino de Ciências, no que é denominada de Sequências Didáticas Investigativas (SDI) (Giordan, Guimarães e Massi, 2012).

Com base neste panorama, este documento mostra a aplicação de laboratórios *online*, em disciplina de Química, tendo como público-alvo alunos do Ensino Médio. Para isto, as aulas foram estruturadas na forma de sequências didáticas de caráter investigativo com integração de laboratórios *online*. A percepção da aprendizagem, por parte dos alunos, foi obtida mediante a aplicação de questionários. Participaram da pesquisa 95 alunos de ensino médio e os resultados dos questionários, bem como das notas das avaliações comprovaram a utilidade dos laboratórios *online* no ensino, ressaltando o caráter investigativo da proposta e contextualizado em uma sequência didática. Na sequência são apresentados os métodos e materiais, os principais resultados, discussão dos resultados e conclusões obtidas com a pesquisa realizada.

Materiais e Métodos

A pesquisa aqui descrita foi orientada pelas seguintes etapas, pela ordem: Fundamentação Teórica; Planejamento; Aplicação; Coleta de dados e Tratamento de Dados. Para a fase de Fundamentação Teórica, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), onde foram buscados trabalhos atuais referentes à aplicação de laboratórios *online* voltados ao ensino de Química ou áreas afins. Para a realização da RSL foram utilizadas as orientações citadas no “Cochrane Handbook”. O método Cochrane determina que para a condução de uma RSL são necessários sete passos, na ordem (Dagostin, Freire e Guimarães Filho, 2014):

1. Formulação da Pergunta;
2. Localização e seleção das bases de dados dos estudos;
3. Avaliação crítica dos estudos;
4. Seleção de dados para análise;
5. Análise e apresentação dos dados;
6. Interpretação dos dados;
7. Aprimoramento e atualização da revisão.

Para iniciar a RSL formulou-se a pergunta: “quais trabalhos que relacionam o uso de experimentação online no ensino de Química no ensino (básico ou superior)?” Para localizar e selecionar os estudos que respondessem ao primeiro item foram usadas as seguintes bases de dados: Scielo (<http://www.scielo.org>); Scopus (<http://www.scopus.com/home.url>); Web of Science (<https://webofscience.com/>) e IEEEExplore (<http://ieeexplore.ieee.org/>). Para fins de busca na base de dados, foram determinadas os seguintes termos chaves: “*remote experimentation*” OR “*remote laboratory*” OR “*virtual laboratory*” OR “*virtual experimentation*” OR “*online laboratory*” OR “*online experimentation*”, com filtro para trabalhos de até 5 anos (2013 a 2018).

A escolha do público-alvo recaiu sobre turmas de 1º ano dos cursos técnicos integrados em Eletromecânica e Vestuário do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá, devido ao fato de um dos autores da pesquisa ser o docente de Química das referidas turmas. A definição pelas turmas considerou a escolha do conteúdo a ser abordado (densidade dos materiais) e por este ponto estar presente no currículo da disciplina, conforme o Plano Pedagógico de cada Curso.

Para a ação de pesquisa, foi solicitada autorização à direção da instituição, além da apresentação do projeto de pesquisa. Com a definição do público-alvo, passou-se a análise do Plano Pedagógico de Curso (PPC), das turmas, para determinação do conteúdo e, paralelamente, a busca por laboratórios *online* adequados para faixa etária dos alunos, já que nem todo conteúdo possui laboratório disponível. Passou-se, então, à fase da construção dos planos de aula e da Sequência Didática Investigativa, seguida das fases de aplicação dos mesmos e coleta e tratamento dos dados obtidos.

A sequência didática investigativa foi construída de acordo com as diretrizes propostas pelo projeto Go-Lab (*Global Online Science Labs for Inquiry Learning at School*). Esta metodologia investigativa parte do pressuposto que a informação não é oferecida diretamente aos alunos, mas precisa ser extraída de uma interação com um fenômeno no mundo real ou com um modelo do fenômeno (De Jong, Sotiriou e Gillet, 2014). A estrutura da metodologia proposta pelo projeto Go-Lab consiste nas fases: orientação, contextualização, investigação, discussão e conclusão. Uma vez definida a SDI passou-se a construção do material didático. Que foi disponibilizado, para os alunos,

no ambiente virtual de aprendizagem (AVA) do Programa InTecEdu¹ (Programa de Integração de Tecnologia na Educação).

A escolha dos laboratórios *online* teve como ponto de partida as bases tecnológicas constantes na grade da disciplina de Química dos cursos técnicos integrados referente ao conteúdo densidade, abordado dentro da temática “Ligações Químicas e Propriedade dos Materiais”. Também teve como parâmetro características como de livre acesso, ou seja, ferramentas gratuitas e adequadas à faixa etária do público-alvo. Foram selecionados, dois laboratórios *online*: “*Archimedes Principle*”, remoto, sobre a flutuabilidade de corpos em água e “Sua joia é verdadeira?”, virtual, para a determinação da densidade de metais. O laboratório remoto “*Archimedes Principle*” é um laboratório remoto disponível na Universidad de Deusto, localizada na cidade de Bilbao, na Espanha. O uso deste laboratório foi descrito no artigo “*Archimedes Remote Lab*”, de Javier García-Zubía et. al. (2015). O laboratório virtual escolhido foi “Sua joia é verdadeira”, que é uma simulação produzida pelo Laboratório Didático Virtual (LabVirt), integrante do projeto “Escola do Futuro”, da Universidade de São Paulo (USP).

A coleta dos dados do público-alvo desta pesquisa-ação se deu pela aplicação de dois questionários. O primeiro, realizado no início é o “Perfil do Aluno” e o segundo ao final da aplicação, denominado “Questionário de avaliação da utilização de laboratórios *online*”

No primeiro questionário, denominado “Perfil do Aluno”, pretendeu-se realizar coleta de dados referente à caracterização do público-alvo, principalmente no que se refere ao comportamento na Internet. Composto de 14 itens que foram disponibilizadas no AVA (Plataforma InTecEdu no Moodle) onde estava localizada a SDI. O questionário foi desenvolvido pela equipe de pesquisa do RexLab, bastante utilizado em outras pesquisas e, portanto, validado pelas mesmas.

O segundo, denominado “Questionário de avaliação da utilização de laboratórios online teve como objetivo investigar o uso das da AVA, das sequências didáticas investigativas e dos recursos nelas disponibilizados, notadamente laboratórios online. Composto por 23 itens, compostos por perguntas objetivas que buscaram verificar a percepção apresentada pelos alunos com relação à usabilidade, percepção de aprendizagem, satisfação e utilidade. Os 23 itens dos questionários foram dispostos em escala Likert de cinco pontos, com a seguinte distribuição: usabilidade (5), percepção de aprendizagem (6), satisfação (6) e utilidade (6). A escala variou entre 1 a 5, assim designada: “1” para discordo totalmente, “2” para discordo parcialmente, “3” para sem opinião, “4” para concordo parcialmente e “5” concordo totalmente. A fundamentação para a elaboração deste questionário foi alinhada com o trabalho intitulado “*The Impact of Remote and Virtual Access to Hardware upon the Learning Outcomes of Undergraduate Engineering Laboratory Classes*” de Euan David Lindsay (Lindsay, 2005), e também pelo questionário utilizado pelos professores Sergio López; Antonio Carpeño e Jesús Arriaga (López, Carpeño e Arriaga, 2014), da Universidad Politécnica de Madrid, e publicado no documento “*Laboratorio remoto eLab3D: un mundo virtual inmersivo para el aprendizaje de la electrónica*”.

A confiabilidade do foi aferida através do coeficiente denominado “alfa de Cronbach”, desenvolvido por Lee J. Cronbach (1951). A maioria dos pesquisadores tende a utilizá-lo na medição da confiabilidade dos dados, sendo um índice universalmente aconselhável para o estudo métrico de uma escala (Maroco e Garcia-Marques, 2006). Também cabe salientar que os autores são parceiros em ações conjuntas com o RexLab, facilitando assim o contato e a permissão da utilização das ferramentas.

¹ O Programa InTecEdu é um conjunto articulado de projetos de pesquisa e de extensão que vem sendo desenvolvidos de forma processual e contínua desde 2008 pelo Laboratório de Experimentação Remota (RExLab), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus Araranguá.

Resultados

Participaram da pesquisa e utilizaram os recursos disponibilizados (AVA, SDI e laboratórios online), 101 alunos, de turmas, da disciplina de Química, de 1º ano dos cursos técnicos integrados ao Ensino Médio em Vestuário e Eletromecânica do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Campus Araranguá. A aplicação da SDI, ocorreu dentro do tópico “Propriedades dos Materiais e Ligações Químicas”, entre 15/09/2018 e 15/10/2018. No plano de aula para o conteúdo “Propriedades dos Materiais e Ligações Químicas” foram programadas quatro aulas para o desenvolvimento dos conceitos e a aplicação da SDI.

A seguir serão apresentados os resultados obtidos para a RSL, posteriormente serão apresentados os laboratórios *online* utilizados na pesquisa, após abordados aspectos construtivos da SDI e finalizando a seção com os resultados dos questionários.

Revisão Sistemática da Literatura (RSL)

Em relação a RSL, aplicados os filtros definidos, foram retornados 1.910 na base de dados Scopus, 1.230 na Web Of Science, 558 na IEEE Explorer e 17 na Scielo. Com um novo filtro “*chemistry*”, a base Scopus listou 36 trabalhos, a Web of Science 55, a IEEE, 11 e a Scielo 2. Aplicando o último filtro, “*teaching*” OR “*learning*”, a base Scopus relacionou 26 trabalhos, a Web of Science = 42, a IEEE = 8 e a Scielo = 2. Após essa etapa, realizou-se a avaliação crítica dos trabalhos selecionados, com leitura do título, resumo e introdução das 78 publicações encontradas. Destas, 49 foram excluídas, por aparecerem repetidamente em bases diferentes ou por não permitirem o acesso ou então por não atenderem ao problema proposto nessa pesquisa. Ao final da aplicação dos filtros e dos critérios de exclusão, foram selecionados para a análise 29. Com base nesta RSL, foi possível realizar um estudo bibliométrico sobre o uso de laboratórios *online* utilizados no ensino de Química. Considerando o intervalo de tempo dos trabalhos pesquisados (últimos cinco anos), verificou-se certa constância do número de publicações acerca do tema. Em 2013 foram 4 trabalhos, e, 2014 foram 5, foram 7 trabalhos em 2015, 6 em 2016 e 2017. Em 2018 apenas um trabalho foi publicado. No Brasil foi selecionado um único trabalho do Brasil nesta RSL foi desenvolvido na Universidade Federal do ABC (UFABC), de Santo André, Estado de São Paulo. Com o título “*Hands-on and Virtual Laboratories to Undergraduate Chemistry Education: Toward a Pedagogical Integration*”, de Ramos, Pimentel e Marietto (2016). Nele, os autores abordam a aplicação de um laboratório virtual integrado ao laboratório real.

A análise descritiva da RSL permitiu traçar um panorama das publicações referente ao uso dos laboratórios *online* no ensino de Química, no período 2013-2018. Dos 29 trabalhos selecionados, 26 descrevem a aplicação de algum tipo de laboratório *online* (virtual ou remoto). Destes 25 (96%) descrevem a utilização de laboratórios virtuais e apenas uma publicação aborda a utilização de laboratório remoto. Além disso, 15 (58%) das 26 publicações selecionadas estão ambientadas no Ensino Superior.

A publicação que descreve o uso de um laboratório remoto, foi intitulada “*Novel use of a remote laboratory for active learning in class*”, de Ramirez, Ramirez e Marrero (2016), e se refere a integração de laboratórios remotos concomitantemente à aula expositiva, em curso de engenharia.

Entre as 26 publicações selecionadas, 9 (35%) destinaram-se a Educação Básica, onde todas abordaram o uso dos laboratórios virtuais, como complemento às aulas teóricas, com o objetivo de reduzir a distância entre os conceitos químicos abstratos e os estudantes.

A RSL apontou uma carência significativa, nas bases de dados pesquisadas, de literatura a respeito da utilização de laboratórios *online*, no ensino de química na Educação Básica. Onde apenas 35% das publicações selecionadas (26), trataram da Educação Básica, e nenhum deles abordou laboratórios remotos. A RSL efetuada demonstrou que a área de atuação do presente artigo, laboratórios virtuais e remotos, é promissora em termos de pesquisa.

Laboratórios *online* utilizados na pesquisa

Os dois laboratórios *online* escolhidos foram “*Archimedes' Principle*”, remoto, sobre a fluabilidade de corpos em água e “*Sua joia é verdadeira?*”, virtual, para a determinação da densidade de materiais. O laboratório remoto “*Archimedes' Principle*”, segundo García-Zubía (2015) trata do Princípio de Arquimedes, e abrange conceitos sobre fluabilidade, empuxo, densidade, densidade relativa, forças, volume, massa e peso. É constituído cinco tubos de vidro preenchidos parcialmente com água tingida de azul e em cada um deles há uma esfera oca, contendo diversos corpos, que é presa a um braço mecânico que permite baixar e recolher a esfera, pelo acionamento das setas na página do experimento. Isto permite verificar se os corpos afundam ou flutuam.

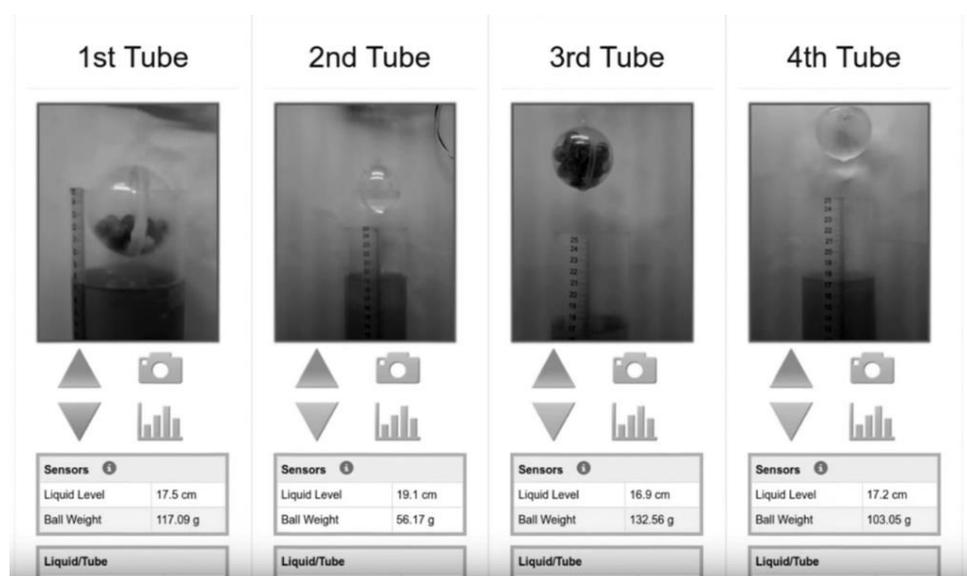


Figura 02: interface do laboratório remoto “*Archimedes Principle*”.

Fonte: Extraído de WebLab-Deusto (2018).

A Figura 02 mostra as primeiras quatro interfaces para controlar os objetos no experimento. Também é possível ter acesso aos dados de massa, volume, diâmetro e densidade da esfera, nível e densidade do líquido do tubo e diâmetro interno do tubo. Estas propriedades são medidas através de sensores. O laboratório também é equipado com uma *webcam* usada para transmissão de vídeo. Para alterar a posição do objeto, o motor de corrente contínua é usado. O laboratório remoto “*Archimedes' Principle*” é acessado pelo endereço <https://weblab.deusto.es/weblab/login>. Tanto o *login* como a senha é o termo “demo”. Acessada a página, é necessário realizar uma reserva, pois apenas um estudante por vez pode trabalhar no laboratório, tendo quatro minutos para realizar as atividades propostas. Passado este período, outro aluno que estiver na fila terá sua vez. Não há limite de acessos.

O laboratório virtual “*Sua joia é verdadeira?*” é uma simulação produzida pelo Laboratório Didático Virtual (LabVirt), integrante do projeto “*Escola do Futuro*”, da Universidade de São Paulo (USP). Conforme Fejes (2006):

(...) o projeto objetivou produção de simulações interativas de ciências, por parte de alunos de ensino médio, através de uma rede de trabalho colaborativo entre a universidade e a escola que reúne pesquisadores em ensino de ciências, educadores e programadores.



Figura 03: página inicial do laboratório virtual “Sua jóia é verdadeira”.
Fonte: extraído de LabVirt (2018).

O laboratório virtual, “Sua jóia é verdadeira”, de acordo com LabVirt (2018), envolve a necessidade de descobrir o tipo de metal usado na confecção de uma peça adquirida na joalheria através do cálculo da densidade. Voltado para o 1º ano do Ensino Médio, é de domínio público, sendo criado em 2004. Através do endereço http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_joias.htm, é possível acessar o laboratório virtual em questão. Também pode ser feito o *download* da simulação para que possa ser utilizado *off-line*. Não é necessário login e senha. A página inicial da simulação é mostrada na Figura 03.

Na sequência da simulação, há uma tela na qual é possível escolher uma joia e mergulhá-la em uma proveta com água. Com a variação do volume na proveta (o que corresponde ao volume da joia) e conhecendo-se a massa, a densidade é determinada pela razão massa/volume. Solicita-se que seja escolhido um volume de água na proveta e três diferentes massas da joia. Os valores de massa e volume aparecem em uma tabela e a densidade calculada é digitada pelo usuário. Um botão permite que sejam corrigidas as respostas. Também é apresentada uma tabela de valores de densidades de diferentes metais, na qual se pode comparar os resultados obtidos e identificar o metal que compõe o objeto.

Sequência didática investigativa implementada

A Sequência didática investigativa foi estruturada em cinco etapas: orientação, contextualização, experimentação, discussão e conclusão, vide o Quadro 1.

Quadro 01: conceitualização das fases da metodologia investigativa do Go-Lab.

Fase	Conceito
Orientação	Abordagem inicial dos conceitos necessários e/ou à situação problema. Fornece uma visão geral inicial do tema central e os tópicos envolvidos.
Contextualização	Apresenta situações do dia a dia do aluno e busca relacioná-los com a teoria, apoiando a formulação de hipóteses sobre o problema inicial.
Investigação	Fase de experimentação propriamente dita, coletando dados para organização das ideias.
Discussão	Etapa de análise e reflexão dos resultados com vista à construção de significados, além do compartilhamento do processo.
Conclusão	Sistematização/significação dos conhecimentos construídos.

Fonte: adaptado de De Jong; Sotiriou; Gillet (2014); Folhas (2018).

A Figura 04 apresenta a sequência didática investigativa que foi disponibilizada no AVA.



Figura 04: SDI disponível no AVA.

Fonte: extraído de <http://intecedu.ufsc.br/course/view.php?id=486>

A etapa de orientação (Figura 05), procurou apresentar ao aluno a problematização e os objetivos da atividade, mostrando situações do dia a dia em que o conceito densidade e suas consequências estão presentes. Ao final da etapa, foi disponibilizada a atividade “Teste seus conhecimentos”, na forma de palavras-cruzadas, para avaliar os conhecimentos prévios sobre as propriedades dos materiais.

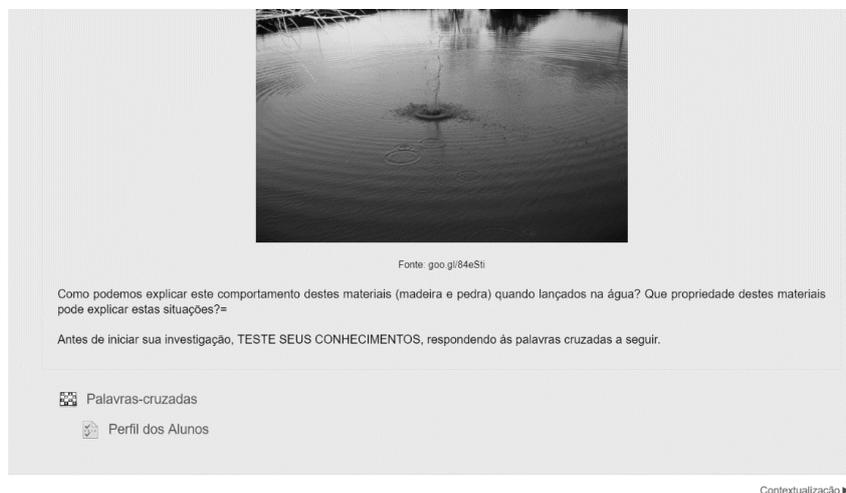


Figura 05: imagem da fase “Orientação” da SDI sobre densidade.

Fonte: extraído de <http://intecedu.ufsc.br/course/view.php?id=486>

Na etapa de contextualização, foram apresentadas informações sobre os problemas a serem resolvidos, possibilitando a construção de hipóteses sobre os problemas que pretende investigar e responder. Foram destacados aspectos teóricos sobre os tipos de materiais (cerâmicos, poliméricos e metálicos) e a sua relação com as ligações químicas. Abordou-se também a importância, destas propriedades, da densidade, que é característica de cada material. Foi introduzida a temática da fluabilidade, conceito introdutório para a compreensão do conceito de densidade. Na figura 06 pode-se ter uma visão da interface da fase “Contextualização” da SDI.

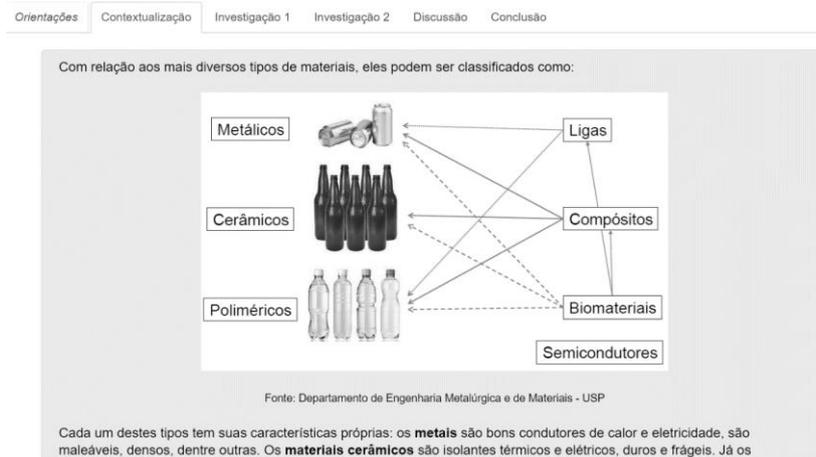


Figura 06: imagem da fase “Contextualização” da SDI sobre densidade.

Fonte: extraído de <http://intecedu.ufsc.br/course/view.php?id=486>

A etapa de “Investigação” foi dividida em duas partes: na primeira o tema foi a fluabilidade e as variáveis que influenciam nesta característica através de duas indagações em sequência: “Você já parou para pensar: como um navio, feito de aço, consegue flutuar na água e por que uma mísera pedra afunda?”. Para ilustrar, foram incorporados dois vídeos do site YouTube. A seguir, foram disponibilizados o laboratório remoto “Archimedes' Principle” e as orientações para sua utilização e elaboração do relatório sobre o experimento. A Figura 07 mostra o acesso ao LR.

1) Acesse o link

<https://weblab.deusto.es/weblab/labs/Aquatic%20experiments/darchimedes-demo/>;

-Use como login e senha o termo “**demo**”, abreviação de demonstração;

2) No centro da tela, clique no botão “Reservar”; com ele, você terá 4 minutos para fazer os experimentos. Caso não consiga terminar as atividades neste tempo, clique novamente no botão “Reservar” e continue. Uma tela abrirá conforme a figura abaixo:

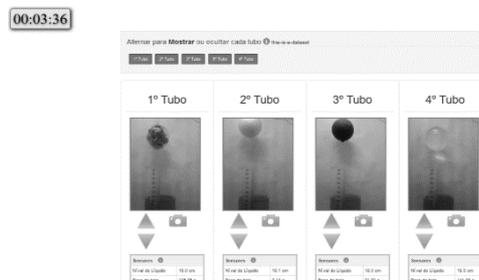


Figura 07: imagem da fase “Investigação 1” acesso ao LR.

Fonte: extraído de <http://intecedu.ufsc.br/course/view.php?id=486>

Na segunda parte da Investigação, foi disponibilizado o laboratório virtual “Sua joia é verdadeira?”, cujo objetivo é determinar a densidade de metais constituintes das joias pelo Princípio de Arquimedes e a impenetrabilidade. Neste sentido, esta etapa foi toda contextualizada sobre este

tema. Para a elaboração do relatório desta atividade, foi estabelecido um formulário no AVA para que os dados coletados no experimento fossem inseridos. A Figura 08 mostra o acesso ao laboratório virtual.



Figura 08: imagem da fase “Investigação 2” acesso laboratório virtual.

Fonte: extraído de <http://intecedu.ufsc.br/course/view.php?id=486>

A etapa de discussão, mostrada na Figura 09, ocorreu ao longo de toda a aplicação da SDI, tanto em sala de aula quanto no fórum “Compartilhando impressões”. Ao longo das aulas, dúvidas e opiniões foram divididas entre os alunos e alunos e docente. O fórum ficou disponível durante todo o período das aulas e propunha a discussão através do seguinte questionamento: “Qual laboratório (remoto ou virtual) lhe chamou mais a atenção? Por quê? Foi fácil ou difícil a utilização?”. Ressalte-se o caráter colaborativo, possibilitando o compartilhamento de resultados ou de novos problemas ou dúvidas.



Figura 09: imagem da etapa “Discussão” da SDI sobre densidade.

Fonte: extraído de <http://intecedu.ufsc.br/course/view.php?id=486>

Na Conclusão, Figura 10, o objetivo foi sintetizar fatos e conceitos, relacionando-os com situações do dia a dia. Para finalizar, foi proposto um questionário para avaliar o aprendizado ao

longo da SDI. Esta atividade contou com dez questões de múltipla escolha ou do tipo verdadeiro ou falso.



Figura 10: imagem da etapa “Conclusão” da SDI sobre densidade.
Fonte: extraído de <http://intecedu.ufsc.br/course/view.php?id=486>

Exceto nas etapas de Contextualização e Discussão, as demais continham atividades avaliativas, que no total somavam dez pontos, sendo a SDI uma das avaliações do terceiro trimestre das turmas. A SDI previu formas diversas de avaliação: Palavras cruzadas - avaliação prévia sobre conceitos; Relatório sobre investigação 1 (laboratório remoto); Relatório sobre investigação 2 (laboratório virtual) e Questionário - Avaliação Final sobre os conceitos discutidos. Na análise das notas (somatório das notas parciais das atividades propostas na SDI) constatou-se percebeu que 72 (71%) dos 101 estudantes alcançaram a nota média das avaliações (acima de 6,0), e que 52 (51%) do total obtiveram notas acima de 8,0, de um máximo de dez pontos. Percebeu-se que os resultados positivos obtidos no Questionário – Avaliação Final, estiveram associados a realização das atividades integradas à SDI, no AVA. Os alunos que obtiveram notas abaixo de 6,0 (30%) não efetuaram todas as atividades disponibilizadas, já os alunos que concluíram todas atividades obtiveram notas superiores a 8,0.

O Quadro 2 apresenta dados obtidos junto ao AVA e mostram o número de acessos às sequencias didáticas disponibilizadas, o nº médio de acessos, o nº de alunos que não completou todas as atividades no AVA e a média no Questionário – Avaliação Final, final obtida, por cada turma que fez parte da pesquisa. Percebe-se que a turma TIEM (Eletromecânica) VESPERTINO obteve um nº de acessos as sequências didáticas inferior a turma TIEM (Eletromecânica) MATUTINO, em quase 60%. No curso vespertino 58% dos alunos que não realizam todas as atividades, enquanto que no matutino este índice foi de 25%. Certamente estes percentuais impactaram nas médias da Avaliação Final, que foram respectivamente 5,7 e 8,0, para o vespertino e matutino. A tendência também se manifestou no curso Técnico em Vestuário (TIVES), que manteve um número de acessos expressivo, 23% dos alunos não completaram todas as atividades e a média da Avaliação Final foi 6,9.

Quadro 02: Dados de acesso ao AVA.

Turma	TIEM_01_Vespertino	TIEM 01 Matutino	TIVES 01	Total
Nº Alunos	31	35	35	101
Nº de Acessos	3.283	7.762	5.545	16.590
Nº Médio Acessos	106	222	158	164
Não completaram todas as atividades	18	9	8	
Nota Final Média	5,7	8,0	6,9	

Fonte: <http://intecedu.ufsc.br/>

Resultados dos questionários de perfil e avaliação da utilização de laboratórios online

Em relação aos questionários, o “Perfil dos Alunos” teve 95 respondentes e foi aplicado via AVA. Em relação a faixa etária, pode-se observar que a maioria dos alunos (90,63%) estavam na faixa de 15 a 16 anos. Destes, 50,00% estão com 15 anos, idade considerada inicial para os estudantes do 1º ano do Ensino Médio, conforme a Lei nº 10172, referente ao Plano Nacional de Educação. Sobre o gênero dos alunos, observou-se que o gênero masculino é ligeiramente majoritário, com 54,17% dos alunos. Entretanto, um fenômeno observado nas turmas é que no Curso Técnico Integrado em Vestuário, todos os estudantes são do gênero feminino. Já no Curso Técnico Integrado em Eletromecânica, o gênero masculino é predominante, sendo que na turma do turno matutino dos 35 estudantes, cinco são do gênero feminino. Já na turma do turno vespertino, dos 33 estudantes, sete são do gênero feminino.

Em relação a posse de computador, 83,3% responderam afirmativamente. Este número está de acordo com a pesquisa realizada pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), em que 83% da população brasileira declarou possuir computador (este termo abrange desktop, notebook e tablets) (Meirelles, 2018). Quanto ao acesso à Internet, 98,96% respondeu que possuem acesso. Considerando que Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua, divulgada em 2018 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em que 64,7% das pessoas acima de 10 anos têm acesso a internet, temos entre os alunos, um número extremamente significativo.

Em relação a forma de acesso à internet, 60,42% afirmaram que o acesso se dá por meio de dispositivos móveis (*smartphones, tablets, etc.*). Este dado é corroborado pelo IBGE (2018, p. 1), em que os *smartphones* são os meios mais utilizados no país para acessar a internet. Sobre o local de acesso à internet, 92,71% indicou a sua residência. Segundo a pesquisa TIC Domicílios 2017, para 94% dos entrevistados, o local preferencial para acesso a Internet é a própria residência. Em relação frequência de acesso à internet 90,63% dos alunos, indicou que o acesso se dá mais de uma vez por dia. Segundo a pesquisa TIC Domicílios 2017, 86% dos entrevistados responderam que acessam diariamente a Internet.

Sobre o questionamento de qual atividade que o aluno mais realiza quando acessa a internet, 54,17%, indicou que o uso de redes sociais é a atividade mais comum, seguida por “assistir vídeos”, com 34,38%. Sobre a questão “Você acessa à Internet para realização de atividades escolares?”, 100% dos estudantes responderam afirmativamente. Em relação ao cunho das ações, 34,44% respondeu que utilizavam para fazer trabalhos sobre determinado tema. Fazer pesquisa para a escola foi a resposta de outros 28,89%. Utilizar as tecnologias para fazer apresentações para os colegas de classe foi resposta de apenas 3,33% e a opção “falar com o professor” não teve respondentes. Em relação a exercer atividades remunerada, 84,38% afirmou que não trabalha. Sobre a pretensão de cursar um curso de graduação, apenas um aluno respondeu negativamente. Com base no questionamento anterior, a área da Saúde foi a escolhida por 33,31% dos alunos. A seguir, estão as áreas de Humanas e Tecnologias e Engenharias.

O questionário de avaliação da utilização de laboratórios *online* integrados à sequência didática investigativa foi respondido por 94. Os 20 itens do questionário foram disponibilizados utilizando-se uma escala Likert de 5 pontos e foi aplicado no formato físico. Os estudantes expressaram seu nível de aceitação ou de rejeição a partir de uma escala que contou com as variáveis: Concorda totalmente (CT), Concorda Parcialmente (CP), Sem Opinião (SO), Discorda Parcialmente (DP) e Discorda Fortemente (DF). O questionário foi dividido em quatro subescalas: usabilidade, percepção do aprendizado, satisfação e utilidade. Assim definidas:

- Usabilidade: associada à facilidade de uso da ferramenta, considerando possíveis problemas durante a aplicação; se as informações contidas na tela contribuíram na sua utilização e se o tempo destinado para cada ação foi suficiente;
- Percepção da aprendizagem: indica se a aprendizagem do aluno foi modificada para melhor; se os conceitos foram bem compreendidos e significados com o dia a dia do estudante;
- Satisfação: se o aluno alcançou motivação para a execução das atividades; se o aluno recomendaria a ferramentas a outros alunos; se o aluno está convencido que esta situação melhora a sua aprendizagem;
- Utilidade: se o uso dos laboratórios online pode contribuir na sua organização do estudo, por estar acessível a qualquer tempo e local; e se está convencido que o experimento remoto é um experimento real.

A figura 11 apresenta os valores percentuais para as quatro subescalas do questionário. Agrupando os valores em CT + CP e DF + DP. Obtém-se para as subescalas: Usabilidade: 80,1% e 15%, Percepção da Aprendizagem: 88,3% e 4,7%, Satisfação: 71,6% e 15,1% e Utilidade: 80,5% e 8,9%.

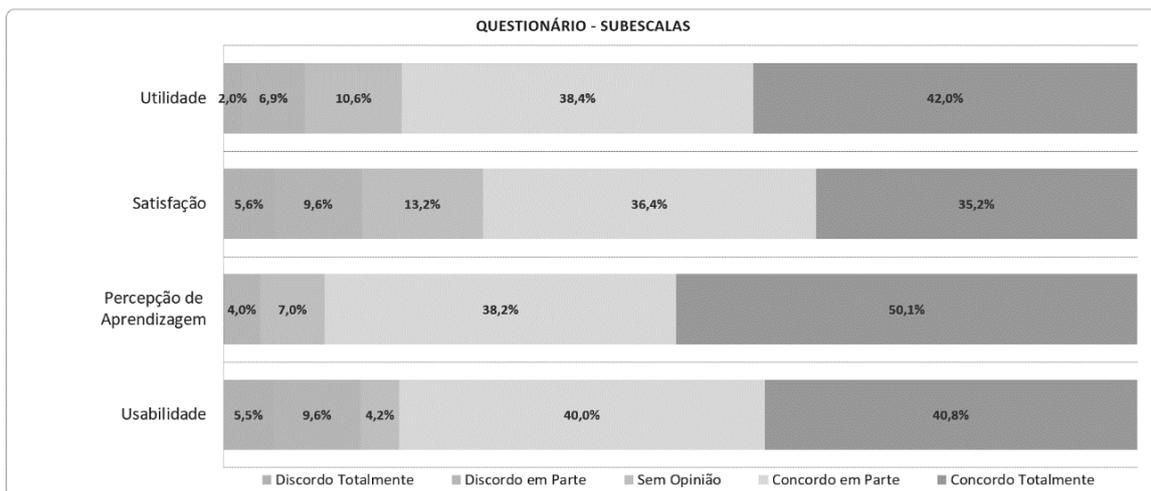


Figura 11: Percentuais obtidos para as quatro subescalas do questionário.

Fonte: elaborado pelos autores

O valor médio do escore médio de Likert para os 20 itens do questionário foi de 4,08, com um desvio padrão 0,370 e coeficiente de variação de 9,17%. Estes resultados podem ser verificados na figura 12.

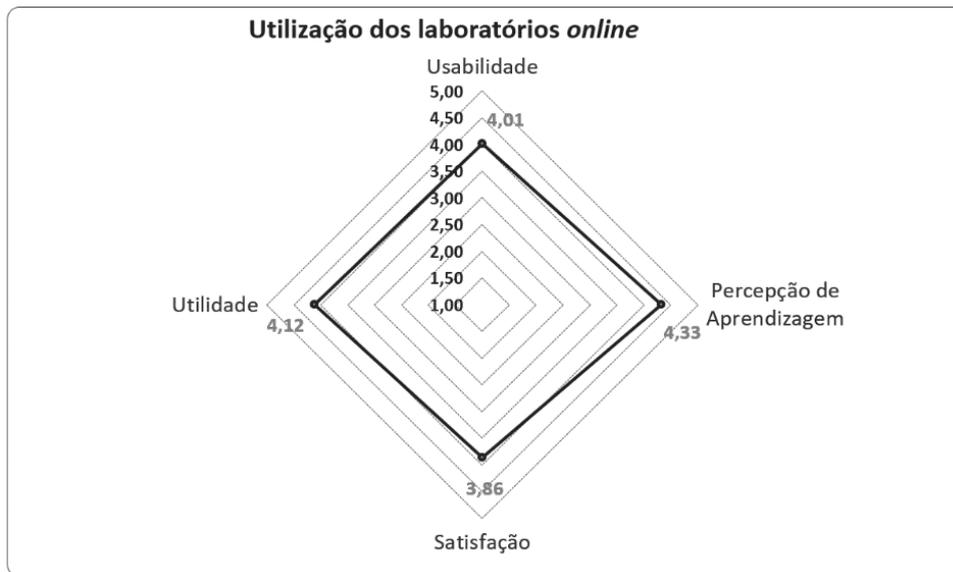


Figura 12: Escores médios de Likert para as subescalas do questionário.
Fonte: elaborado pelos autores

Para fins de validação do questionário, foi aplicado o coeficiente de consistência interna alpha de Cronbach. O valor obtido, para as 23 questões, foi de 0,82, o que corrobora, para uma pesquisa inicial. Também foi aplicado o mesmo coeficiente para cada uma das subescalas.

Referente a usabilidade dos laboratórios *online*, foram destinados cinco itens, que versaram sobre a acessibilidade e facilidade do aluno com o manuseio. O escore médio para esta subescala foi de 4,01, com desvio padrão 0,332 e coeficiente de variação 8,3%. Com relação ao coeficiente de alpha de Cronbach para a subescala usabilidade, o valor encontrado, para as cinco questões associadas, foi de 0,40. Este valor, considerado baixo, pode ser atribuído, conforme Vieira (2015) a fatores como número pequeno de perguntas e de respondentes ou que as perguntas do questionário não estavam medindo o mesmo construto ou mesma dimensão (unidimensional). O construto, de acordo com Marconi e Lakatos (2010), é o terceiro nível de abstração, definido como elaborações ideativas (intencionais) criadas ou adotadas com fins científicos, que intentam definições e especificações que permitam sua observação e mensuração (realização, atitude, inteligência, etc.). É justamente a atitude dos estudantes perante o uso dos laboratórios *online* é o objeto da pesquisa. Observa-se que a questão 3, que avaliou o tempo de espera para o uso do laboratório remoto tenha sido o item mais controverso, já que 27,7% apontaram DT + DP e 66,5% concordaram (totalmente ou parcialmente).

A Figura 13 apresenta os valores percentuais para os cinco itens que compõe a subescala Usabilidade.

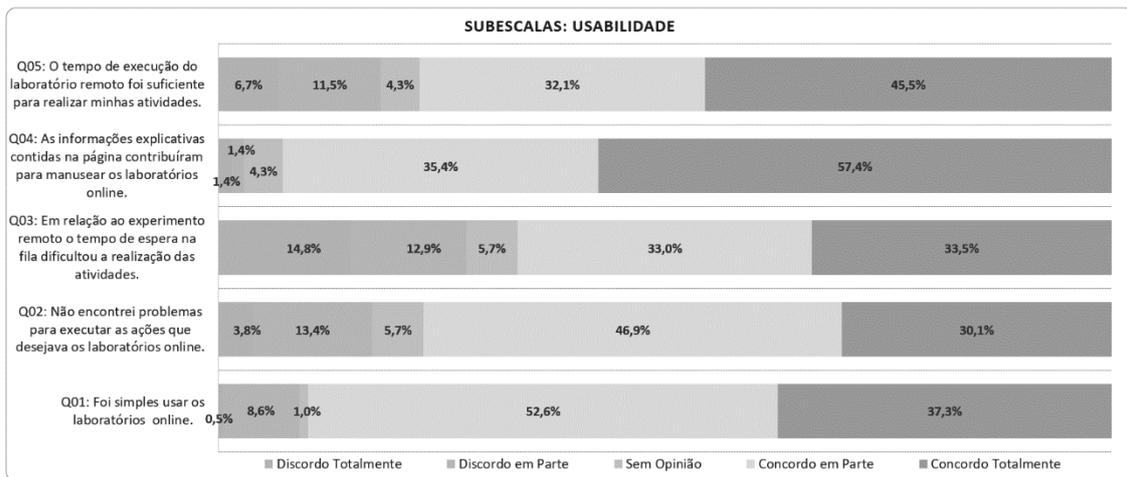


Figura 13: percentuais para os cinco itens que compõe a subescala Usabilidade.
 Fonte: elaborado pelos autores

Para avaliar a percepção da aprendizagem na SDI integrada com os laboratórios *online*, foram destinados seis itens (vide Figura 14). O escore médio para esta subescala foi o maior entre todas: 4,33, o que representa que um dos objetivos, a melhora no aprendizado com o uso dos laboratórios *online*, foi alcançado. O desvio padrão foi 0,192 e o coeficiente de variação 4,42%. Nesta subescala, o coeficiente alpha de Cronbach foi de 0,79, mostrando uma boa consistência interna.

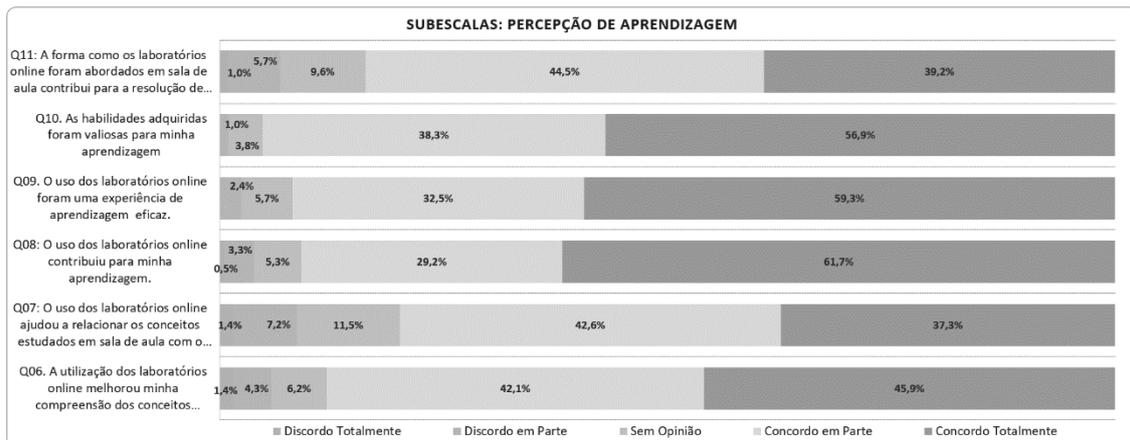


Figura 14: percentuais para os cinco itens que compõe a subescala percepção da aprendizagem.
 Fonte: elaborado pelos autores

A satisfação foi avaliada através de seis itens. O escore médio ficou em 3,86, o desvio padrão 0,503 e o coeficiente de variação 13,04%. A figura 15 mostra os percentuais para os itens apresentados. O coeficiente alpha de Cronbach para a subescala “Satisfação” foi de 0,73.

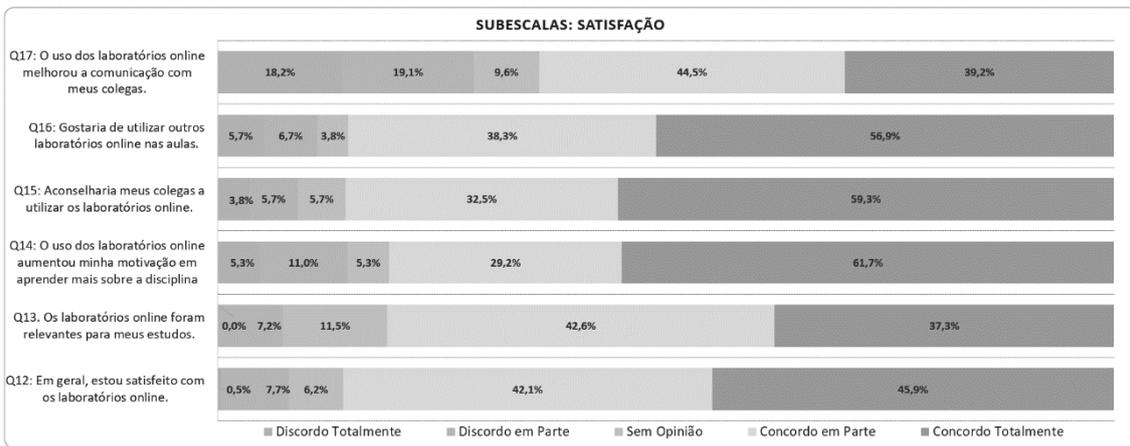


Figura 15: percentuais para os cinco itens que compõe a subescala satisfação.

Fonte: elaborado pelos autores

E finalmente a Utilidade foi avaliada com seis itens (Figura 16). O escore médio geral foi de 4,12, o desvio padrão calculado 0,293 e o coeficiente de variação 7,13%. O coeficiente alpha de Cronbach para esta subescala foi de 0,59.

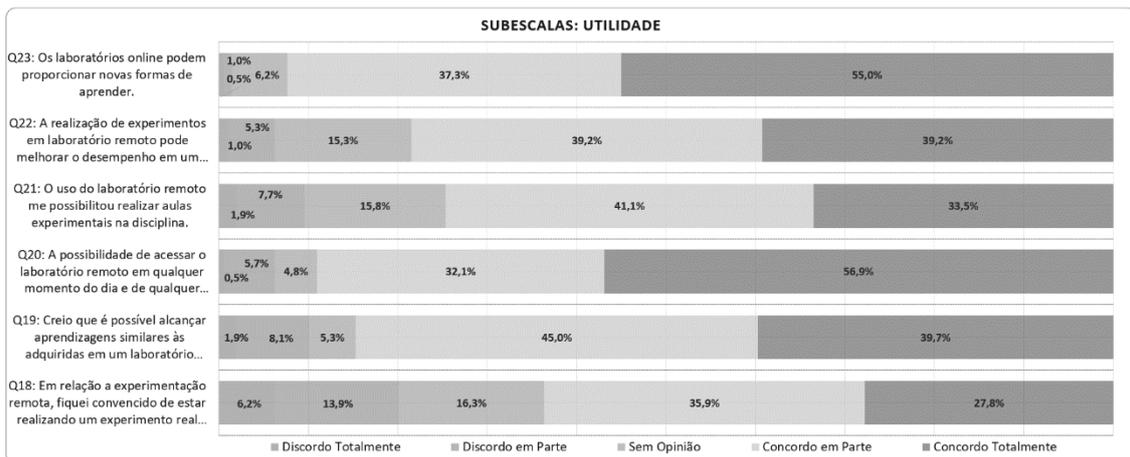


Figura 16: percentuais para os cinco itens que compõe a subescala Utilidade.

Fonte: elaborado pelos autores

Para cada etapa da SDI (Orientação, Contextualização, Investigação 1 e 2, Discussão e Contextualização), haviam atividades avaliativas, à exceção da Contextualização. Na etapa de Discussão, havia o fórum “Compartilhando Impressões”, mas que não tinha pontuação na nota final da SDI. No Fórum “Compartilhando Impressões” foi solicitado que os alunos compartilhassem com os colegas suas opiniões, comparando suas impressões sobre os laboratórios remotos e virtuais respondendo a seguinte questão: “Qual laboratório (remoto ou virtual) lhe chamou mais a atenção? Por quê? Foi fácil ou difícil a utilização?”. Esta atividade não contava pontos para a nota final, sendo assim de cunho voluntário.

Dos 95 alunos que realizaram as atividades da SDI, 54 responderam as questões propostas no fórum, representando 56,84% do total. A turma que mais teve respondentes foi a da Eletromecânica Matutino, com 25 participações. A seguir estão a turma do Vestuário, com 17 respostas e a Eletromecânica Vespertino com 12. Dos 54 alunos que responderam, 20 (37,04%) apontaram o laboratório remoto como sua preferência, enquanto 30 (55,55%) apontaram o virtual. Quatro (7,40%) não emitiram alguma preferência sobre um dos laboratórios online.

Os estudantes que indicaram o laboratório remoto como aquele que mais lhes chamou a atenção, usaram como justificativas, dentre outras, o controle de equipamentos em locais diferentes através de uma TIC (*desktop, notebook, smartphone, etc.*), a realidade do experimento, facilidade de uso e a associação com conteúdos trabalhados com fatos cotidianos. Já referente aos alunos que demonstraram preferência pelo laboratório virtual, as justificativas destacadas foram sobre a ludicidade, a interatividade com os personagens, aparelhos e medidas, permitindo maior participação do aluno, as orientações para seu uso mais detalhado, simplicidade de uso, a dinâmica e a interface intuitiva.

Conclusões

Este trabalho teve como objetivos verificar o uso de laboratórios *online* no ensino de Química, bem como selecionar e aplicar estas ferramentas em turmas de Ensino Médio de uma escola pública, integradas a uma sequência didática investigativa, com posterior avaliação desta aplicação por meio de questionários. Os resultados obtidos no questionário “avaliação da utilização de laboratórios *online*”, onde os valores percentuais, de “concordância”, para as quatro subescalas do questionário foram Usabilidade = 80%; Percepção da Aprendizagem = 88%; Satisfação: 72% e Utilidade: 81, demonstram atitudes muito positivas dos alunos em relação aos recursos utilizados. Também a avaliação final do conteúdo, onde os alunos que cumpriram todas as atividades disponibilizadas no AVA, obtiveram notas superiores a 8,0, demonstrou que os recursos disponibilizados podem apoiar o ensino de química, na Educação Básica. Outro dado importante obtido foi de que 99% dos alunos participantes tinham acesso à Internet fora do ambiente da escola e destes 62% tinham como meio preferencial de acesso à Web, dispositivos móveis. Este dado certamente explica os dados obtidos de acesso ao AVA, onde os 101 alunos participantes, efetuaram 16,590 acessos aos conteúdos didáticos, o que representou uma média de 164 acessos por aluno.

Em relação a aprendizagem do conceito de densidade, tema da sequência didática, não foi efetuada um estudo aprofundado, porém, uma vez que os conteúdos didáticos foram disponibilizados no AVA, e estes também contemplavam atividades de experimentação em laboratórios virtuais e remotos, para apoiar a aprendizagem. É possível afirmar que houve efetividade na ação, pois, foram analisadas três turmas da disciplina de Química, de 1º ano dos cursos técnicos integrados ao Ensino Médio em Vestuário e Eletromecânica do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Campus Araranguá. E as turmas com maior número de acesso aos recursos obtiveram maiores notas na Avaliação Final do conteúdo. Por exemplo, a turma do curso de eletromecânica vespertino, apresentou nº de acessos 60% menor que a turma de Eletromecânica Matutino, também na turma vespertina 58% dos alunos não realizam todas as atividades, enquanto que no matutino este índice foi de 25%. Já na Avaliação Final, do conteúdo proposto, as médias foram respectivamente 5,7 e 8,0, para o vespertino e matutino. Pode-se argumentar que o uso dos recursos disponibilizados impactou na nota final. Assim, é possível afirmar que o uso dos recursos e principalmente dos laboratórios *online* se mostrou produtivo referente ao ensino do tema densidade. Fazendo-se uso de uma perspectiva investigativa, a sequência didática utilizada despertou o interesse dos alunos, pois tiveram o papel de protagonismo no seu processo de aprendizagem, além do uso de recursos tecnológicos, aproximando a escola do seu universo cotidiano.

A contextualização dos conteúdos trabalhados com a realidade foi outro ponto positivo, pois possibilitou ao estudante relacionar os conteúdos clássicos aos fenômenos do dia a dia e às suas experiências pessoais, permitindo assim uma melhor significação dos conhecimentos adquiridos. Deve-se salientar que os resultados positivos obtidos nesta proposta pedagógica foram influenciados pelo perfil do público-alvo, que apresenta um bom domínio e acesso aos recursos tecnológicos e também da infraestrutura do Instituto Federal de Santa Catarina. Infelizmente, esta é uma realidade bastante restrita no cenário da educação básica nacional.

Abre-se assim, para trabalhos futuros, a utilização de laboratórios online para a abordagem de outros tópicos do currículo da disciplina de Química, já que ela tradicionalmente é classificada com a disciplina em que os alunos mais têm dificuldade, principalmente na abstração dos conceitos. Além do viés motivador, o uso de TIC na educação química pode contribuir para a formação de uma consciência científico-tecnológica que futuramente pode resultar na formação de novos cientistas nas áreas STEAM.

Referências

- BRASIL. INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. (Org.). PISA – Resultados, Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/apresentacao_ciencias_seminario_06_12_2016_Vfinal.pptx>. Acesso em: 28 dez. 2018.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Censo Escolar da Educação Básica 2018 – Notas Estatísticas, Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_Censo_Escolar_2018.pdf>. Acesso em 28 jul. 2019.
- CGIBr. *Pesquisa sobre uso das tecnologias da informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC Educação 2017*. São Paulo: Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR, 2018.
- COCHRANE. Como fazer uma Revisão Sistemática Cochrane. Cochrane Brasil: London: Disponível em: <<http://brazil.cochrane.org/como-fazer-uma-revis%C3%A3o-sistem%C3%A1tica-cochrane>>. Acesso em: 29 abr. 2018.
- CRONBACH, L.J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, New York City: Springer; v. 16, n. 3, p. 297-334, 1951. Disponível em <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02310555> . Acesso em: 01 jun. 2019.
- DAGOSTIN, N.; FREIRE, P.S.; GUIMARÃES FILHO, L. P. Inovação para o desenvolvimento socioeconômico: Um estudo bibliométrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 10, 2014, Niterói. *Anais*. Niterói: [s.n.]. Disponível em: <www.inovarse.org/sites/default/files/T14_0268_13.pdf>. Acesso em 28 abr. 2017.
- DE JONG, T.; SOTIRIOU, S.; GILLET, D. Innovations in STEM education: The Go-Lab federation of online labs. *Smart Learning Environments*. Amsterdam: Go-Lab Project, v. 1, n. 1, p. 3, 2014.
- FEJES, M. Professores e alunos de ensino médio: criadores de simulações de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 13., 2006, Recife. *Anais*. Recife: Editora UFPE, 2006. p. 1 - 12. Disponível em: <http://endipe.pro.br/anteriores/13/paineis/paineis_autor/T1450-2.doc>. Acesso em: 18 dez. 2018.

- FOLHAS, A. Go-Lab: Ensino das Ciências em Inquiry. *Revista de Ciência Elementar*, Porto: Universidade do Porto. v. 6, n. 1, p. 1-4, 2018.
- GARCÍA-ZUBÍA, J. Archimedes remote lab. In: EXPERIMENT@ INTERNATIONAL CONFERENCE (EXP. AT'15), *Anais*. New Jersey, IEEE, 2015. p. 93-94.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química nova na escola*, São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.
- GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y.A.; MASSI, L. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, São Paulo: ABRAPEC v. 8, 2012.
- GUIMARÃES, A. B. O velho princípio de Arquimedes. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, São Paulo: USP, v. 16, n. 2, p. 170-175, 1999.
- IBGE. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Acesso à Internet e à Televisão e Posse de Telefone Móvel Celular para Uso Pessoal: 2016, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://servicodados.ibge.gov.br/Download/Download.ashx?http=1&u=biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101543.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2018.
- INTECEDU. 2018. Disponível em: <<http://intecedu.ufsc.br>>. Acesso: 19 dez. 2018.
- LABVIRT - LABORATÓRIO DIDÁTICO VIRTUAL – Universidade de São Paulo – Escola do Futuro – USP.
- LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*, 1932.
- LINDSAY, E.D. The Impact of Remote and Virtual Access to Hardware upon the Learning Outcomes of Undergraduate Engineering Laboratory Classes. Department of Mechanical & Manufacturing Engineering. 2005, The University of Melbourne.
- LOPEZ, S. CARPENO, A. ARRIAGA, J. Laboratorio remoto eLab3D: Un mundo virtual inmersivo para el aprendizaje de la electrónica. In 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON REMOTE ENGINEERING AND VIRTUAL INSTRUMENTATION (REV 2014), 2014, New Jersey: IEEE. 2014. p. 100-105
- MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed.-São Paulo: Atlas, 2003.
- MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? *Laboratório de psicologia*, p. 65-90, 2006.
- MEIRELLES, F. S. 29a Pesquisa Anual do Uso de TI. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas - FGV, 2018. Disponível em: <<https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/pesti2018gvciappt.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

- PLAUSKA, G. C. *Experimento e aprendizagem: Uma aula introdutória à mecânica dos fluidos*. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- RAMOS, S. Hands-on and Virtual laboratories to undergraduate Chemistry education: Toward a pedagogical integration. In: 2016 IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE (FIE). New Jersey: IEEE, 2016. p. 1-8.
- SANTANA, R.S.; CAPECCHI, M.C.; FRANZOLIN, F. O ensino de ciências por investigação nos anos iniciais: possibilidades na implementação de atividades investigativas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vido: Universidad de Vigo, v. 17, n. 3, 2018.
- SILVA, J.B.; BILESSIMO, S.M.S.; ALVES, J.B. *Integração de Tecnologias na Educação: Práticas inovadoras na Educação Básica*. Araranguá: Hard Tech Informática Ltda, 2018. 110 p. Disponível em: <<https://publicacoes.rexlab.ufsc.br/>>. Acesso em: 19 dez. 2018.
- TATLI, Z.; AYAS, A. Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement. *Journal of Educational Technology & Society*, Taiwan : National Taiwan Normal University. v. 16, n. 1, 2013.
- VIECHENESKI, J.P.; CARLETTO, M.R. Sequência didática para o ensino de ciências nos anos iniciais: subsídios para iniciação à alfabetização científica. *Revista Dynamis*, Rio Grande: FURB, v. 19, n. 1, p. 3-16, 2013.
- VIEIRA, S. Alfa de Cronbach Blog [Internet]. São Paulo: Sonia Vieira. Recuperado de: <<http://soniavieira.blogspot.com.br/2015/10/alfa-de-cronbach.html>>. Acesso em: 17 dez. 2018.
- WEBLAB-DEUSTO (Org.). Darchimedes-demo. 2018. Bilbao: Universidad de Deusto. 2018. Disponível em: <<https://weblab.deusto.es/weblab/>>. Acesso em: 17 dez. 2018.
- ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Penso Editora, 2015.
- ZÔMPERO, A.F.; LABURÚ, C.E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte: UFMG, v. 13, n. 3, p. 67, 2011.
- ZUTIN, D.G. Lab2go — A repository to locate educational online laboratories. In IEEE EDUCON 2010 CONFERENCE, New Jersey: IEEE, [s.l.], p.1741-1746, abr. 2010. IEEE. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5492412>>. Acesso em: 25 nov. 2018