

## UMA ANÁLISE CRÍTICA SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DO SCALE-UP<sup>1</sup> NO INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

*A critical analysis on the implementation of the SCALE-UP in the Institute of Physics of the Universidade de São Paulo*

**Michele Hidemi Ueno Guimarães** [micheleueno@ufop.edu.br]

*Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Campus Morro do Cruzeiro, s/n, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil*

**Mikiya Muramatsu** [mmuramat@if.usp.br]

*Universidade de São Paulo (IFUSP), Rua do Matão, 1.371 – Cidade Universitária, São Paulo, São Paulo, Brasil*

**Marinez Meneghello Passos** [marinezpassos@uel.br]

*Universidade Estadual de Londrina (UEL), Rodovia Celso Garcia Cid, PR-445, km 380 – Campus Universitário, Londrina, Paraná, Brasil*

*Recebido em: 11/10/2021*

*Aceito em: 30/03/2022*

### Resumo

Este artigo apresenta o resultado de uma análise sobre a implementação do SCALE-UP como metodologia de ensino no Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP). Esse método tem sido aplicado neste instituto desde o ano de 2015, nos cursos de Física I e Física II. O interesse na aplicação de uma forma alternativa de ensino surgiu a partir das experiências dos autores, como professores do Ensino Superior, em Universidades brasileiras públicas e privadas, ao identificar as dificuldades de aprendizado dos estudantes, no que diz respeito às formas como a Física experimental tem sido ensinada, na disciplina de laboratório de Física. Partindo de um roteiro semiestruturado, foram feitas entrevistas com alguns professores e alunos, que nos permitiram ter uma percepção teórica, do ponto de vista dos professores, e as principais impressões sobre o processo, do ponto de vista dos alunos. Foi realizada, considerando as transcrições das entrevistas, uma análise sobre a implementação do método, bem como destaques às divergências relatadas no que diz respeito às vantagens e desvantagens apontadas pelos depoentes. Neste artigo consideramos que: os professores que ministram as aulas básicas de Física não são necessariamente professores com formação em licenciatura ou desenvolver pesquisas relacionadas ao Ensino de Física, fato que pode ter como consequência alguns equívocos com relação à forma de implementação da metodologia e à concepção de aprendizagem dos alunos. Os resultados que aqui trazemos caracterizam esta situação.

**Palavras-chave:** SCALE-UP; ensino investigativo; Ensino de Física; implementação.

### Abstract

This work is the result of an analysis on the implementation of the SCALE-UP as teaching methodology in the Institute of Physics of the Universidade de São Paulo. This method has been applied in this Institute since 2015, to the basic physics courses. The interest in implementing an educational alternative form of teaching came from the author's experience as teacher of Physics Higher Education in public and private universities in São Paulo. We could identify learning difficulties of students with respect to the way the experimental physics has been taught in the physics laboratory courses. Starting from a semi-structured script, we performed interviews with some teachers and students and it was possible to have a theoretical view, of the teachers point of view and the important issues on the implementation, from the point of view of the students. An analysis of the

<sup>1</sup> The Student-Centered Activities for Large Enrollment Undergraduate Programs.

implementation of the method was carried out, considering the transcripts of the interviews, as well as highlights of the divergences reported with regard to the advantages and disadvantages pointed out by the interviewees. In this work we raise the question that in many institutions, teachers who teach basic lessons of physics, are not necessarily trained teachers in undergraduate or related research in Physics Teaching. This can have as a result, some misconceptions regarding the manner of implementation of the methodology and design of student learning. The results we bring here characterize this situation.

**Keywords:** SCALE-UP; inquiry learning; Physics Teaching; teaching implementation.

## 1. Enunciado do problema

Neste artigo trazemos o resultado de uma investigação desenvolvida no Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP), sobre a implementação do SCALE-UP como metodologia de ensino. Esse método foi aplicado desde o ano de 2015, aos cursos de Física I e Física II. A ideia é que ele fosse aplicado até o ano de 2017. O método SCALE-UP é uma proposta de ensino investigativo e iterativo aplicado por professores da *North Carolina State University*, Estados Unidos da América (EUA) e que também tem sido disseminado e aplicado em instituições fora desse país (Beichner *et al.*, 2007). O papel principal do método em questão é proporcionar um aprendizado investigativo com integração de diferentes atividades em um mesmo ambiente, tendo como base o trabalho em grupo e colaborativo.

A literatura especializada na área de Ensino de Ciências vem destacando o papel das atividades investigativas na aprendizagem das Ciências, sobretudo, na Física. As abordagens empregadas transpassam desde uma discussão sobre a formação de professores por meio da pesquisa em sala de aula (Demo, 1998; Frizon, 2000; Galiazzi, 2011; Ueno-Guimarães & Simões, 2015), até discussões mais gerais sobre atividades investigativas em aulas de Ciências (Carvalho, 1999; Zômpero; Laburú, 2012; Calmettes, 2009). Entretanto, as práticas experimentais orientadas à demonstração ou comprovação de teorias, ainda são recorrentes na Educação Básica e no Ensino Superior.

Estudos da aplicação de atividades investigativas em aulas de Física no Ensino Superior são mais raros, visto que a pesquisa nessa área vem se desenvolvendo mais recentemente no Brasil. É possível encontrar estudos envolvendo atividade investigativa, na área da Educação (Meyer, 2013) e na área de Biologia (Strohschoen & Salvi, 2013). Em outros países, como EUA e Canadá, o ensino por investigação já foi implementado (Hodson, 1994; Wenning, 2010, 2011a, 2011b), não somente aos cursos de Física, como em outras áreas do conhecimento.

A problemática vinculada à pesquisa, que descrevemos neste artigo, pauta-se no processo de reflexão (dos pesquisadores) sobre o objetivo de se ter na grade curricular dos cursos de Engenharia e de alguns cursos de Ciências Exatas a disciplina de laboratório de Física, uma vez que parecia contribuir muito pouco para um aprendizado efetivo por parte dos alunos. Diante de tais constatações, provenientes de diversos anos de atuação em sala de aula, algumas questões foram sendo elaboradas, entre elas destacamos: Será que uma maior quantidade de experiências significaria um maior aprendizado? Seria produtivo oferecer várias experiências, sem possibilitar aos alunos que aprendessem ou refletissem mais sobre sua atividade? A diminuição da quantidade de experimentos permitiria um processo de aprendizagem mais investigativo, em que os estudantes pudessem ter um papel ativo e serem os protagonistas do seu aprendizado?

Tais questionamentos estão pautados em experiências letivas, cujo tempo destinado às aulas de laboratório era de 100 minutos para cada experimento e, mesmo com um laboratório ‘bem-organizado’, esse tempo parecia insuficiente para um aprendizado ‘mais profundo’, ou seja, nesse

intervalo de tempo ocorriam, basicamente, o preenchimento de tabelas e o cumprimento de roteiros preestabelecidos, sem muita margem para reflexões por parte dos alunos. O que gerou uma nova questão: Será que um ensino investigativo requer um tempo maior para que o aprendizado, de fato, ocorra?

Em Ueno-Guimarães (2014) nós encontramos uma realidade semelhante à vislumbrada, e naquela ocasião foram entrevistados professores de Física de uma Universidade pública do Estado de São Paulo. Isso nos levou a perceber que essa forma de ensino, nas disciplinas experimentais, não ocorria apenas nas Universidades privadas, em que a carga horária dos cursos de graduação é menor, mas talvez porque há uma reprodução do modelo de formação perpetuado desde o século passado.

A partir de tal constatação e preocupação, passamos a acompanhar e a participar de um grupo de professores do IFUSP que ministravam a disciplina de Física I, por meio do método SCALE-UP, a alunos ingressantes do curso de Física, a partir de 2015.

Um dos objetivos do projeto era acompanhar a turma que ingressou no curso de Bacharelado em 2016, nas disciplinas de Física I, Física II e Laboratório Experimental de Física II, para avaliar qualitativamente a implementação dessa metodologia. Porém, no momento em que ia acompanhar as aulas de Física I, de um dos professores, que utilizava o SCALE-UP como método, os alunos entraram em greve. Partindo de um roteiro semiestruturado, foram feitas entrevistas com alguns professores e alunos e foi possível ter uma visão teórica, do ponto de vista dos professores, e as principais impressões sobre a implementação, do ponto de vista dos alunos.

A partir dos relatos dos entrevistados realizou-se uma análise crítica, sobre a implementação do método, o que nos permitiu caracterizar as divergências encontradas entre as percepções dos professores e dos alunos, com relação às vantagens e desvantagens de tal implementação.

Na continuidade do artigo, inserimos alguns esclarecimentos a respeito do método SCALE-UP, no posicionamento em relação ao ensino investigativo, a apresentação e a análise dos dados que caracterizam o fenômeno pesquisado.

## 2 – SCALE-UP<sup>2</sup>: alguns esclarecimentos

O método SCALE-UP, originalmente um acrônimo para *Student-Centered Activities for Large Enrollment Undergraduate Programs* ou *Atividades centradas no aluno para Programas de Graduação com Grande número de inscrições*, é uma proposta de ensino investigativo e iterativo aplicado por professores da *North Carolina State University*, EUA. Esse método já foi implementado em outras Universidades, de modo que a nomenclatura utilizada atualmente é *Student-Centered Active Learning Environment with Upside-down Pedagogies*.

A ideia do SCALE-UP é promover uma nova forma de aprendizado do curso de Física, integrando diversas atividades como simulações em computadores, experimentos e discussões de conceitos de forma iterativa e altamente colaborativa entre alunos e professores. O conceito do SCALE-UP é baseado na ideia de que os estudantes aprendem melhor quando trabalham juntos. Foi observado que esse aprendizado se torna ainda melhor quando o professor interage de forma mais próxima dos alunos (Beichner *et al.*, 2007).

O conceito desse método de aula seria integrar aulas de laboratórios, aulas de exercícios, aulas expositivas e discursivas em um único ambiente. Em cursos tradicionais, as aulas expositivas são dadas separadamente das aulas de laboratório, muitas vezes com defasagem de conteúdo. A proposta do SCALE-UP é juntar essas duas aulas em uma, adicionando ainda vídeos, simulações com

<sup>2</sup> Available in: <http://www.per-central.org/items/detail.cfm?ID=4517>.

computadores e outras atividades práticas. No IFUSP, o SCALE-UP foi aplicado somente a disciplinas teóricas.

Em geral, não é preciso fazer uma grande mudança com o material já disponível, livros-texto, computadores com simulações de conteúdo de Física, ou, ainda, equipamentos ‘simples’ das aulas de laboratório. A ideia principal é como esse material será utilizado na sala de aula.

As classes então teriam um número limitado de alunos (20 a 30), que seriam divididos em grupos pequenos de 3 alunos, heterogêneos em termos de habilidade e conhecimento dos conceitos de Física, redistribuídos após cada avaliação. O número reduzido de alunos por sala de aula possibilitaria uma interação mais intensa entre o professor e os alunos. Caso a sala tenha um número maior de alunos, como no caso do IFUSP, em torno de 60 a 70 alunos, um instrutor ou monitor poderia ser incluído.

A disposição das carteiras na sala também faz parte do processo. As mesas são redondas, de modo que há, ao menos, um computador em cada mesa. Essa disposição precisa ser realizada, de forma a facilitar o trabalho colaborativo e a discussão entre os membros dos grupos, além de permitir a mobilidade do professor entre os grupos.

Lousas são espalhadas pela sala, para que os alunos possam expor suas ideias e registros, diante dos colegas e/ou do professor.

Anteriormente à aula, é disponibilizado um texto e, também, alguns exercícios eletronicamente, para que o aluno realize o estudo prévio de determinado conteúdo. A utilização de *clickers*<sup>3</sup> pode ou não ocorrer, no momento inicial da aula em sala, para que o professor tenha uma noção das concepções prévias dos alunos. Ao final, o professor pode novamente recorrer aos *clickers*, para ver se houve ou não o aprendizado daquele conteúdo trabalhado.

Após cada aula, uma lista de exercícios, eletrônica e individual, é disponibilizada aos alunos.

Pedagogicamente, a intenção do curso seria a de promover um ambiente de aprendizado corporativo, que encorajasse os alunos a colaborar com seus colegas, questionando e ensinando uns aos outros, o que é conhecido como instrução por pares. A proposição dos professores seria a de incentivar e de assistir aos alunos a atingirem suas próprias respostas e conclusões, acerca de determinados problemas de Física e deixá-los apresentar suas considerações para todos. O aprendizado se daria ao opor e fazer uma discussão com as respostas e trabalhos apresentados por todos os grupos.

Com relação à avaliação dos alunos, esta seria por objetivos atingidos, ou uma integração moderada das duas formas: continuada e tradicional. Na proposta do SCALE-UP da *North Carolina State University*, a avaliação se dá por meio de uma combinação de atividades que incluem: provas, trabalhos de pesquisa em casa, relatórios dos trabalhos experimentais em sala de aula e finalizados em casa, com pesos relativos diferentes. No caso particular dos alunos estadunidenses, os trabalhos em casa tiveram (segundo os proponentes) um peso maior para estimular um esforço extra. No IFUSP, os alunos foram avaliados pelo trabalho prévio, pelas atividades realizadas em sala, por provas de pesos menores, pelas provas tradicionais e pelas listas de exercícios pós-aula.

---

<sup>3</sup> Os *Personal response systems* (sistemas pessoais de resposta), também conhecidos como *response pulses* ou simplesmente *clickers*, são aparelhos semelhantes a um controle remoto de TV, em geral com um teclado numérico e alguns botões de controle (avançar, retornar, enter etc.), que permitem ao professor obter respostas rápidas dos alunos a questões propostas. Além disso, o *software* de controle do sistema permite ao professor visualizar dados estatísticos dos resultados obtidos, mantendo uma memória do desempenho dos alunos. Disponível em: [https://www.basico.unicamp.br/?page\\_id=11](https://www.basico.unicamp.br/?page_id=11). Acesso em: 06 out. 2021.

Existem outras variáveis implicadas na implementação desse método de ensino, entre elas destacamos: detalhes relativos à qualidade e quantidade de alunos em uma sala de aula; material disponível (vídeos, computadores, material de laboratório); a estruturação dos grupos; a avaliação do desenvolvimento do trabalho do grupo; a possibilidade de mobilidade entre os grupos. Alguns esclarecimentos singulares ao que trouxemos neste artigo serão comentados durante a apresentação do processo analítico dos dados coletados.

### 3. Ensino investigativo: alguns destaques

A base do desenvolvimento do método de SCALE-UP é o processo de ensino investigativo. O conceito de ensino investigativo recebeu influência do filósofo e pedagogo americano John Dewey, derivando do termo *inquiry* (Barrow, 2006).

Dewey propôs o ensino por investigação a um grupo de professores, como uma estratégia de ensino, pois o método tradicional parecia rígido demais e não permitia ao aluno um envolvimento mais ativo no seu processo de aprendizagem (Barrow, 2006, p. 266). Inicialmente, a proposta era aplicada às aulas práticas, ou seja, experimentais. Atualmente, verifica-se que ela pode ser implementada, também, aos cursos teóricos.

Diante de uma busca ágil na literatura encontram-se, com facilidade, sinônimos para ensino investigativo, entre eles: ensino por descoberta; aprendizagem por projetos; questionamentos; atividade investigativa; resolução de situações-problema.

Segundo Wenning (2011a) um dos impasses já previsto em sua implementação é, exatamente, o fato de o professor, equivocadamente, crer que o fato de fazer perguntas aos alunos já caracteriza um ensino investigativo. Por outro lado, o autor também menciona a dificuldade do professor em aplicar uma metodologia, que ele mesmo não teve conhecimento durante sua formação.

A pesquisa científica, nas diferentes áreas, apresenta uma característica comum, que é a construção do conhecimento mediante um trabalho guiado por um problema. Nesse sentido, o ensino por investigação não é diferente. Os alunos são guiados, juntamente com o docente, a resolver um problema proposto em sala.

A escolha de um problema, para ser abordado, é uma discussão fundamental na Epistemologia. Bachelard (1996, p. 18) afirma que:

[...] espírito científico proíbe que tenhamos opinião sobre questões que não compreendemos, sobre questões que não sabemos formular com clareza. Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse sentido do problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.

Bachelard evidencia que o conhecimento é fruto de um processo construtivo e que seu início é dado no trabalho de formulação de bons problemas. Nesse contexto, Clement (2013, p. 81) afirma que “os problemas encaminharão um processo investigativo que, por sua vez, conduzirá ao estabelecimento de respostas, ou seja, ao conhecimento a ser desenvolvido”.

Dessa maneira, parece ser necessário que se indique o problema a ser tratado ou a situação-problema. Sobre esse tema, Clement (2013) ressalta o fato de que se pode afirmar, que uma dada situação caracteriza-se como um problema ou situação-problema para um indivíduo quando, ao procurar solucioná-la, não se chega a uma solução de forma imediata. Neste caso, é preciso que o aluno envolva-se em um processo de reflexão e de tomada de decisões, para chegar a uma solução.



Essa ideia é corroborada por Zômpero e Laburú (2011), que defendem que uma atividade investigativa é aquela que pressupõe a apresentação de um problema inicial, sobre um assunto já estudado ou não, do qual o aluno não sabe a resposta, e caracteriza-se o aluno como agente ativo na construção de seu conhecimento.

Uma atividade investigativa tem como objetivo criar um ambiente investigativo nas aulas de Ciências, de maneira que o professor possa ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico. A ideia é que eles possam gradativamente ampliar a linguagem e os conhecimentos científicos, o que Sasseron (2010) denomina alfabetização científica.

Visto que o ensino por investigação favorece o surgimento de discussão, reflexão, questionamentos, levantamento de hipóteses etc., é importante destacar que o laboratório, pedagógica e didaticamente, precise propiciar esse tipo de atividade, o que nem sempre é praticado por alguns professores. Nesse caso, deve haver uma mudança na postura dos alunos e dos docentes, para que se possa trabalhar de forma investigativa (Demo, 1998).

Autores como Galiuzzi e Moraes (2002, p. 238) defendem que a pesquisa auxilia na formação inicial dos professores. Para eles, o fundamental da pesquisa é o questionamento, a argumentação, a crítica e a validação dos argumentos assim construídos. Aspectos que se assemelham às aulas de laboratório de Física.

Partindo-se do pressuposto de que todo conhecimento e toda prática são essencialmente incompletos e passíveis de superação, a educação pela pesquisa pode ser compreendida como um ciclo dialético e recursivo que se inicia com um questionamento, seguido de tentativas de reconstruir conhecimentos e práticas pela organização e defesa de novos argumentos. Estes comunicados submetidos a uma comunidade crítica, serão avaliados e aperfeiçoados gradativamente. (Galiuzzi & Moraes, 2002, p. 242).

Assim, o professor que se propõe a desenvolver uma atividade investigativa deve ser um questionador, um argumentador, alguém que saiba conduzir perguntas, estimular os alunos e lhes propor desafios. Precisa deixar de ser um simples expositor e se tornar um orientador nesse processo de ensino (Carvalho, 1999).

Da mesma maneira, o aluno, nesse contexto, é aquele que deixa de ser apenas um observador das aulas (muitas vezes expositivas), passando a ser um argumentador, pensador, aquele que age, interfere, questiona, participa da construção do seu conhecimento (Carvalho, 1999).

Demo (1998) comenta que no processo de educar por meio da pesquisa, o estudante desenvolve autonomia, criticidade sobre seu estudo/trabalho, faz interpretações próprias, formula hipóteses, entre outros fatores. Zômpero e Laburú (2012) sustentam a mesma proposição em seus resultados de pesquisas, concluindo que o ensino por investigação favorece a autonomia, a criatividade e o pensamento crítico dos estudantes.

Borges (2002), por sua vez, defende a ideia de que o laboratório sozinho não é capaz de resolver as dificuldades dos alunos, pois mesmo em aulas de laboratório, é necessário acompanhar os alunos, e o professor precisa estar atento para não gerar nos alunos sentimentos de que a Ciência se desenvolve por meio de observações, medidas e conclusões sobre elas, que devem ser memorizadas ao longo da aula.

Nessa perspectiva, uma proposta de situação-problema pode ser encontrada em Menegat, Clement e Terrazan (2007). Os autores propõem uma estratégia, com uso de textos de divulgação científica, segundo uma abordagem investigativa. Para eles, os textos não devem ser apenas lidos em sala de aula, mas precisam passar por uma análise textual, com questionamentos por parte do docente e dos estudantes, troca de ideias e elaboração de sínteses. A partir dessa dinâmica, o ponto de partida da atividade torna-se uma ou mais situações-problema, cuja solução requer a utilização do texto.

Sá *et al.* (2007) indicam outros tipos possíveis de atividades investigativas, tais como: atividades teóricas, em que os alunos participam de estudos de caso e devem emitir uma opinião acerca de assuntos controversos e/ou polêmicos; atividades com banco de dados, tendo como desafio a elaboração de uma defesa baseada em evidências; atividades de simulação, explorando um fenômeno, a partir de simulações em computador. No entanto, Clement (2013) destaca que, independente da abordagem metodológica escolhida, o mais importante é a presença de uma situação-problema, em torno da qual a atividade se desenvolve e se concretiza.

Para Carvalho (2013), uma sequência de ensino por investigação (SEI – termo utilizado pela autora) necessita contemplar cinco itens, para que seja considerada investigativa: elaboração de um problema; levantamento de hipóteses; leitura de textos de sistematização do conhecimento; atividade de contextualização social e/ou de aprofundamento do conteúdo; atividade de avaliação.

O primeiro item – Elaboração de um problema – deve ser contextualizado, introduzindo os alunos no assunto que se quer trabalhar e oferecendo condições para que eles possam pensar nas variáveis envolvidas no problema proposto. A autora classifica-os em três tipos: 1) Experimental: aparato experimental de fácil manejo, que deve permitir aos alunos resolverem o problema; 2) Não experimental: atividade complementar, cujo objetivo é introduzir novos conceitos que darão suporte ao planejamento curricular, por exemplo, figuras de jornal ou textos da internet; ou ainda 3) Demonstrações investigativas: realizadas pelo professor, onde há a manipulação de elementos perigosos ou a falta de equipamentos para todos os alunos.

O segundo – Levantamento de hipóteses – está relacionado às ideias para se resolver o problema e a colocação destas ideias em prática.

Quanto ao terceiro item – Leitura de textos de sistematização do conhecimento – ele precisa contemplar uma atividade complementar ao problema, cujo objetivo é repassar todo o processo de resolução do problema proposto, mas também os principais conceitos e ideias surgidos, o que possibilita uma sistematização do conteúdo trabalhado em uma linguagem mais formal.

Atividade de contextualização social e/ou de aprofundamento do conteúdo – traz destaque ao quarto item e mostra-se como um processo guiado por questões ou textos que relacionem o problema investigado com um problema social ou tecnológico, ou ainda com o dia a dia do aluno.

Por fim, no quinto item temos – Atividade de avaliação –, ou seja, momento em que ocorre a avaliação dos conceitos, dos termos e das noções científicas, das ações, dos processos da Ciência, das atitudes apresentadas durante as atividades de ensino. Além disso, tal momento precisa proporcionar uma autoavaliação por parte dos alunos, de seus avanços e conquistas.

Essas ideias reforçam o argumento de Demo (1998), quando expõem que a atitude e a postura dos docentes não podem continuar assumindo essa mesma perspectiva, fato que retoma a opinião de Clement (2013, p. 103), de que “o professor terá papel importante na realização das atividades, procurando ajudar os alunos quando necessário, sem lhes tirar as oportunidades de novas aprendizagens e a autoria das resoluções construídas”.

#### **4. Apresentação e análise dos dados**

O SCALE-UP foi implementado em 2015, pela primeira vez, no IFUSP, todavia ‘o pensar e a idealização’ sobre sua utilização deu-se no ano de 2013, com a ocorrência de um seminário de uma pesquisadora da *North Carolina State University* (EUA). Os professores engajados na proposta relatavam, à época, sobre suas insatisfações com as metodologias utilizadas e buscavam alternativas, ou seja, um método ativo, que pudesse ser mais eficiente, para o processo de aprendizagem dos alunos. Na ocasião, todos eles possuíam suas linhas de pesquisa na área da Física e não no Ensino de Física (propriamente dito), contudo revelaram preocupar-se com o ensino.

A partir de um roteiro semiestruturado, foram realizadas entrevistas com quatro (dos seis professores engajados nessa implementação) e com cinco alunos (um ingressante no ano de 2015 e os demais em 2016).

De antemão, cabe explicitar que toda implementação de algo novo, segundo nossa experiência acadêmica, gera desconforto e desacomodação para alguns e, nem sempre, os pensamentos convergem. Por isso, retomamos nosso argumento, indicando que: neste artigo intencionamos apresentar uma análise acerca da implementação do SCALE-UP no IFUSP, destacando as divergências relatadas no que diz respeito às vantagens e desvantagens apontadas pelos depoentes.

Pelo fato de as entrevistas com os professores terem sido agendadas primeiramente, iniciamos a apresentação dos dados e o movimento interpretativo com elas. Na continuidade, trazemos os relatos dos alunos e as caracterizações do fenômeno em sua completude.

O que dizem os professores? Codificados por P1, P2, P3 e P4 e procurando fragmentar os depoimentos para que não tivéssemos um artigo muito extenso, realizamos algumas poucas adaptações ou reelaborações na transcrição selecionada, para que as frases mantivessem um sentido e não ficassem incompletas.

Iniciamos pela apresentação das *vantagens da metodologia*, pois nas entrevistas foram as primeiras a serem manifestadas, pelo fato de permitirem uma aprendizagem ativa por parte dos alunos e que já estava ancorada em resultados de pesquisas que mostravam ser a aprendizagem mais efetiva se o aluno participasse do processo.

Na sequência, selecionamos alguns exemplos das entrevistas, que sustentaram as vantagens explicitadas pelos docentes e os desdobramentos de seus relatos, comentados em cada parágrafo elaborado por nós e reafirmado em seus dizeres.

*Na área dura, existem dados científicos no Ensino de Física, que apontam melhoria dos alunos, por meio da aprendizagem ativa. (P1)*

*Ela diminui a evasão dos alunos e eles apresentam ganhos conceituais, na compreensão conceitual dos fenômenos. (P1)*

A fala do professor P1 corrobora alguns resultados encontrados na literatura (Ferreira & Jiménez, 2021; Salvador & Ikeda, 2019; Souza, Santos & Murgu, 2021), em que afirmam que o método ativo contribui para um melhor aprendizado do aluno, uma vez que este proporciona outra postura do aluno frente ao conhecimento.

Nessa modalidade, eles eram convidados a trabalhar em grupos, o que possibilitava maior interação entre eles e o próprio professor. A linguagem entre eles também pareceu ser um facilitador, uma vez que a discussão ocorreu entre pares, sendo necessária uma interação entre os membros do grupo, para que eles conseguissem resolver o problema ou a atividade proposta. A aprendizagem ocorria por meio do confronto de ideias.

*Aprendizado por pares, aprendizado horizontal, é mais eficiente que um aprendizado do professor em cima e o aluno embaixo. (P3)*

*Possibilita um confronto de modos de pensar. (P3)*

*Maximiza a interação entre alunos e professor. É possível perceber o que você realmente está passando para o aluno e quais as dificuldades dos alunos. Dá para ouvi-lo e fazê-lo participar. (P4)*

A pedagogia do curso era promover um ambiente de aprendizado corporativo, que encorajaria os alunos a colaborar com seus colegas, questionando e ensinando uns aos outros, o que é conhecido como instrução por pares. A atividade dos professores seria a de incentivar e assistir aos alunos a



atingirem suas próprias respostas e conclusões, acerca de determinados problemas de Física e deixá-los apresentarem suas conclusões para todos. O aprendizado se daria ao opor e fazer uma discussão com as respostas e trabalhos apresentados por todos os grupos.

*A metodologia possibilita criar ambiente cooperativo de estudo, onde as pessoas se engajem em grupos e criem um ambiente cooperativo de aprendizado na sala de aula. Usar os avanços tecnológicos, de forma a diluir as paredes temporais e físicas da sala de aula, no sentido que o processo de aprendizagem é apreendido realmente pelo aluno, ele sempre foi, mas como uma coisa muito mais espalhada no espaço e no tempo, o momento da sala de aula é um deles. Tanto a comunicação com o professor, como a forma como ele vê o processo de aprendizagem dele, tem um momento com o professor na sala de aula, mas é apenas um pedaço do processo em jogo. Há uma certeza de que isso funciona. (P1)*

*Para utilizar o SCALE-UP, você precisa da Física computacional e ela é um dos tripés da Física contemporânea. (P2)*

*Com os clickers dá para ver o perfil da sala. (P4)*

A utilização da tecnologia também fazia parte do processo de aprendizagem. Ela permitia ao aluno visualizar o que estava acontecendo em determinado fenômeno, possibilitando ao professor conhecer, parcialmente, os alunos, bem como se apropriar de uma linguagem diferente dos livros-texto.

*É uma experiência, bem-sucedida, que já está sendo implementada na Universidade da Carolina do Norte, há mais de 15 anos, já foi aplicada em mais de 200 universidades, nos 5 continentes. (P1)*

*Poder apresentar para os alunos um método, uma ferramenta, que nos formatos tradicionais eles não têm. (P2)*

O SCALE-UP é uma experiência que vem sendo implementada em outras Instituições, especialmente nos EUA. Outra metodologia, semelhante, criada por Eric Mazur (2015) em Harvard – a *Peer Instruction* – e lançada recentemente no Brasil, teve como objetivo a interação entre os alunos, enfatizando a parte conceitual que fundamentava o conteúdo trabalhado.

Por ter um formato diferente de uma aula tradicional, o método era mais eficaz para alunos que possuíam um grau de dificuldade maior. Isso acontecia, porque os alunos interagiam entre si. A dinâmica de formação dos grupos era estabelecida de modo a aproximar aqueles que tinham mais facilidade dos que possuíam menos facilidade.

*Um dos problemas que a metodologia se propõe a atacar, e isso é visto em outras instituições onde ela foi implementada, é melhorar o desempenho dos alunos mais baixos. (P3)*

Segundo as percepções dos professores, a metodologia foi eficaz, porque condicionava o aluno a estudar todos os dias e a ter o hábito de estudar antes de determinado conteúdo ser ministrado, porém nem todos tinham o mesmo ritmo de estudo e alguns preferiam o método tradicional. Diversos alunos reclamaram que precisavam se dedicar a outras matérias e, nesse ritmo, só conseguiriam estudar para Física, ou seja, a disciplina que adotava o SCALE-UP. Tais destaques foram dimensionados pelos docentes em seus depoimentos, o que nos levou a constituir as *desvantagens da metodologia*.

*Curso é polêmico. Tem sempre um terço ou um quarto dos alunos que não gostam de trabalhar assim. Vinte e cinco a trinta por cento gostariam do método tradicional. (P1)*

*Tem um fato de o aluno ter que mudar o jeito dele de ser e nem todo mundo quer. Esse é um curso, que é um inferno pra quem não quer estudar o tempo todo. É a antítese de passar quarenta e oito horas antes, estudando na véspera da prova. O aluno tem que sair da rotina que ele montou. (P1)*

*Necessidade de um ritmo permanente de estudo. Eles têm muita aula e acaba tendo menos tempo para o aluno ter essa reflexão mais própria. (P1)*

*O aluno é obrigado a ler, a se preparar, a desenvolver atividade durante a aula e isso incomoda. (P3)*

Nem todos os alunos apresentavam a mesma forma de aprendizagem. O método forçava que os alunos tivessem um ritmo diferente de estudar na véspera da prova. Era necessário um estudo diário, fazendo listas, revendo o conteúdo ou ainda saindo da posição passiva em sala de aula de apenas escutar o professor. Apesar de alguns alunos dizerem que gostavam dessa metodologia, nem todos eram adeptos dela.

*Não dá para oferecer um nível de sofisticação matemática, superior à dos livros, num curso ativo, porque eles ainda estão aprendendo cálculo, concomitantemente à Física. Eles vão sair no final do curso, com uma competência para solução de problemas sofisticados, menor do que no método tradicional. (P2)*

O objetivo da metodologia foi desenvolver a interação entre os alunos e a parte conceitual dos conteúdos. O formalismo matemático foi levado em consideração, mas em menor grau. Consequentemente, alguns alunos ficavam com a impressão de que estariam aprendendo mais, se utilizassem um livro-texto em sala e estivessem resolvendo problemas.

Quando P2 se referiu a uma competência para solução de problemas sofisticados quis dizer que os alunos, por meio dessa metodologia, não conseguiriam, por si só, alcançar a resolução de problemas mais difíceis, pois em sua opinião, estes requerem cálculos matemáticos mais avançados, o que nem sempre um aluno teria aprendido “sozinho”.

Em alguns tópicos, eles ainda não tiveram a ferramenta matemática, para desenvolver cálculos mais avançados. Essas atividades eram realizadas, nas pós-aulas, depois que o aluno passasse pela parte conceitual.

*Dificuldade de abraçar as pessoas que têm muita dificuldade. É uma questão que a gente ainda não sabe lidar. Todos da equipe percebem. Tem uma faixa de alunos que não têm uma base suficiente, sólida, que permita que aquele conhecimento fique fixo na cabeça dele. (P3)*

*Para os alunos bons, o SCALE-UP acaba ficando lento. Eles acham chato, porque o cara é muito bom. A gente tem que engajar o aluno para ajudar os outros. (P4)*

Outra dificuldade apontada pelos professores refere-se ao aluno não atingido. Muitos deles, segundo os docentes, não possuíam uma base matemática suficiente para acompanhar o curso. Por outro lado, para aqueles que eram muito bons, o curso tornava-se lento, e muitas vezes eram eles que acabavam fazendo as atividades e passando para os demais do grupo.

Por fim, a implementação dessa metodologia requer uma infraestrutura mínima, que nem todas as Instituições de Ensino possuem. Dependendo do número de alunos, a sala não pode ser pequena, pois dificultaria o posicionamento das mesas e a circulação do professor pelos grupos; seria necessário ter várias lousas, dispostas nas paredes ou em suportes; as mesas precisariam ser redondas ou sextavadas, de modo a permitir a discussão entre os membros do grupo. Além disso, em todas elas deveria ter, no mínimo, um computador.

*Depende de recursos: clickers, computador, tem que ter uma sala especial, onde os alunos sentam em grupo. Essa nossa sala, por exemplo, é pequena, apertada. Não é trivial a circulação dentro da sala. Precisaria de mais recursos. (P4)*

O que dizem os alunos? Codificados por A1, A2, A3, A4 e A5 e procurando fragmentar os depoimentos para que não tivéssemos um artigo muito extenso, da mesma forma proposta para a apresentação dos dados coletados com os professores, realizamos algumas poucas adaptações ou

reelaborações na transcrição selecionada, para que as frases mantivessem um sentido e não ficassem incompletas.

Iniciamos com as *vantagens* apontadas por eles, que foram poucas, por sinal. Dentre elas, o trabalho em grupo, já apontado pelos professores. A troca, entre alunos que possuíssem uma base teórica melhor, com aqueles que apresentavam mais dificuldades, apresentou resultados positivos, tanto para aqueles com dificuldades quanto para aqueles que tinham a oportunidade de explicar o compreendido.

*Os alunos estarem em grupo ajuda muito, a questão da troca de ideias, por meio de uma linguagem próxima. Benefício da heterogeneidade da turma; há uma troca de ideias mais próxima e mais rica, do que numa aula teórica. (A1)*

*O pessoal da minha sala começou a pensar, a quebrar a cabeça. Demora mais, mas eles entendem. Você vê um leque maior e vê quais os caminhos, que são possíveis para resolver um exercício. (A3)*

*O trabalho em equipe. As pessoas que tiveram muito privilégio, de estudar em boas escolas, que têm muito mais vantagens, em termos de conhecimentos, quando entram num trabalho de equipe, essas pessoas precisam saber compartilhar esse conhecimento, pra outras pessoas que não tiveram essa oportunidade. A gente aprende a compartilhar em grupo, os novos conhecimentos teóricos. (A4)*

A metodologia favoreceu a aproximação entre os alunos e o professor, de modo que o professor percebia, com mais facilidade, as dificuldades dos alunos e quando era necessário intervir e os alunos sentiam-se menos tímidos para se dirigirem ao professor.

*Relação da adaptabilidade do professor à turma. Nessa metodologia, você tem um contato mais direto do professor com a turma, você tem uma proximidade maior entre essas duas diferentes classes. (A1)*

Para os alunos, um aspecto positivo foi a possibilidade de terem um contato inicial com o conteúdo, antes de ele ser ensinado. O aluno tinha a oportunidade de estudar sozinho e levar para a aula as dúvidas que ficaram durante o estudo, e discutir com os colegas suas conclusões. A ideia era que o tempo em sala de aula fosse mais efetivo.

*A2 – A ideia central dela parece interessante. Em que o aluno dá uma olhada em casa antes, e na aula ele vai ter mais uma discussão sobre aquilo que ele viu. (A2)*

*A5 – É muito interessante você estudar uma matéria antes e na aula, você só fixar aquilo que você está tendo. (A5)*

*A5 – Quando a gente está estudando sozinho, a gente está ensinando a nós mesmos. Então, a gente aprende de uma forma diferente, do que aprenderia se o professor estivesse ensinando a gente. A gente consegue deixar claro os pontos que entende e os que não entende. E na aula, a gente pode tirar as dúvidas. (A5)*

Quanto às *desvantagens*, foi possível perceber um grande descontentamento em relação à implementação da metodologia, especialmente, por parte dos alunos ingressantes em 2016. Foram apenas quatro entrevistas, mas segundo os relatos, a opinião expressada por eles era compartilhada pela maioria da sala. Todavia, o aluno ingressante em 2015 se mostrou mais otimista, apontando mais aspectos positivos do que negativos. Apesar de a metodologia ter sido implementada naquele ano e ter ainda muitas adaptações a serem feitas, ele avaliou como uma boa opção metodológica de ensino.

Uma das desvantagens mencionada pelos alunos foi a necessidade de trabalhar em grupo. Para alguns, ela pode ser mais eficaz, mas outros indicaram a preferência por estudar e realizar as atividades de modo individual e tradicional.

*Nem toda a turma tem interesse em participar de atividades em grupo. Na área de Exatas, eu percebo que as pessoas tendem a ser mais individualistas, do que seriam em outras áreas do conhecimento. Alguns colegas não gostam da forma grupal de raciocínio. Eles se sentem mais à vontade, sentados numa mesa sozinhos, no quarto deles, resolvendo exercícios. Ou estudando matérias de forma teórica, respondendo a eventuais dúvidas que os colegas possam ter. Eles têm certo nível de contato, mas esse contato é limitado. (A1)*

*Os alunos que têm raciocínio mais rápido levam. No meu grupo tinha uma menina que era muito inteligente, então não tinha muito essa coisa de eu pensar. Ela pensava e explicava. (A3)*

*Eu tenho mais facilidade para aprender pelo método tradicional. De ter um professor na sala e o aluno assistindo à aula dele. Não só assistindo à aula, mas se comunicando com ele. (A4)*

Outro ponto negativo, associado de certa forma à maneira como eles deveriam trabalhar em sala e fora da sala, foi “a não escolha”. Os alunos que tinham o curso de Física I eram obrigados a aderir a essa metodologia. Eles reclamaram que não tiveram liberdade para escolher se preferiam ou não aderir a esse método, nem tampouco utilizar outros livros didáticos, como base para os estudos.

O livro adotado foi o mesmo utilizado nos EUA: *Matter & Interations*. Ele foi traduzido pela equipe de professores que seguiam essa metodologia. Porém, alguns alunos afirmaram ter mais facilidade com os livros de Física “mais habituais”.

*Um dos meus maiores problemas com esse método é a falta de liberdade. Eles usam aquele livro Matter & Interations e eu já vi pessoas que gostam mais de outros livros, que estão tentando seguir por outros livros e eles encontram dificuldades, porque o Matter tem a sua estrutura, bem diferente da dos outros livros e eles também precisam se preparar pra fazer os exercícios que têm no site e, em minha opinião, são bastante. Os exercícios são muito numéricos. Isso não acrescenta muito ao aprendizado, todo esse trabalho numérico é frustrante. Se eles tentassem fazer os alunos pensarem mais, ao invés de passarem mais tempo na calculadora, eu acho que seria extremamente mais produtivo. (A2)*

*Eu não consigo entender por que eles não abrem também a oportunidade de a gente estudar por outros livros de Física. Eles focam muito no Matter. Moysés, Freedman ou Berkeley são bons livros também para você estudar. Às vezes, eles fazem uma mistura de vários livros e isso me deixa confuso. (A4)*

*Eu achava que na faculdade teria liberdade, mas depois que eu conheci esse SCALE-UP, parece que eu não consigo ver essa liberdade. Ele te obriga a fazer todo esse trabalho, todo esse processo. A forma como eles querem pode não ser eficaz pra todo mundo. (A4)*

*O importante para o aluno, quando ele entra na faculdade, é ele procurar o próprio método dele. Cada aluno tem o seu próprio método de estudo. Quando você impõe um método, isso pode se sobrepor ao método de estudo que o aluno tinha antes. Isso de certo modo acaba prejudicando o aluno. (A5)*

Outro aspecto, relacionado à falta de liberdade, foi o ritmo de estudo fora da sala. Os alunos comentaram que o método exige demais e eles não conseguiam se dedicar a outras disciplinas. Havia textos para serem lidos antecipadamente e listas de exercícios para serem resolvidas antes e depois das aulas. Como eles eram avaliados continuamente, o fato de não fazer uma lista implicava em perda de pontos na avaliação final.

Os relatos dos alunos indicaram que estavam sobrecarregados, com a quantidade de atividades extrassala que deveriam realizar.

*Se não houvesse as listas obrigatórias, que são longas e que não ficam depois, nem pra você estudar, se não houvesse falta de liberdade, eu acho que a ideia do método é muito boa. (A2)*

*Esse SCALE-UP em parte me prejudica bastante, porque eu não considero aquilo como exercício, mas como uma maratona. Porque você tem que fazer muitos exercícios, e eu tenho outras obrigações, de outras matérias. (A4)*

*Teve uma vez que meu professor pediu pra estudar a matéria do dia, eu olhei o material e vi que tinha quase vinte páginas, pra estudar isso em um dia, fazer todo o questionário prévio, e eu tinha ainda duas outras matérias pra estudar. Nesse dia, eu não consegui terminar, mal li o material. Está sendo muito corrido e por cima. (A4)*

*O SCALE-UP é pensando só na Física e não nas outras matérias que o aluno pode ter, porque é sempre interessante você estudar antes, o que você vai ter amanhã, por exemplo, mas isso é, se você tem tempo. Eu tenho aula, três dias seguidos: terça, quarta e quinta. Nesse meio período, de terça a quinta, eu tenho aulas de outras matérias. (A5)*

*Dá um cansaço enorme, porque a gente tem aula o dia inteiro e sai daqui de noite. Tem gente que mora longe, não tem condição de estudar no meio do caminho, porque pega transporte público, é impossível, acaba chegando de noite em casa e ainda ter que estudar. (A5)*

A ideia inicial do SCALE-UP era enfatizar a parte conceitual e não o formalismo matemático. Segundo alguns alunos, isso não foi abordado e, na maioria das vezes, eles se viam apenas fazendo contas.

Nesse caso, pareceu haver uma divergência entre a opinião dos alunos e dos professores, que indicaram que a prioridade era desenvolver um trabalho conceitual em sala de aula e deixar os exercícios para a aula tradicional realizada uma vez por semana, além das listas de exercícios pós-aula.

Para os alunos, quando se trabalha a parte conceitual, seria possível entender a Física, mesmo em exercícios que sejam literais. Uma vez que se passa para os valores numéricos, o conceito se transforma em um número e eles diziam sentir dificuldade para entender o que aquele número representava.

*Na prática, o que a gente percebe é que cada grupo fazia a atividade, mas a gente não discutia o conceito. E é uma questão que se estende pra outras atividades. A turma acaba sendo muito pragmática, no sentido que a gente tem um exercício pra resolver, vamos resolver e ir embora. Na prática, a turma não está tão interessada em discutir conceitualmente os conceitos físicos, quanto está em relação a responder às questões. Tem um gap entre a proposta de resolução de problemas na sala e a discussão do conceito. Isso em relação aos exercícios que são propostos pela equipe. Eles são muito numéricos. O aluno pega a calculadora do celular, resolve, joga o resultado e está certo. Eu mesmo, nunca me dei ao trabalho de raciocinar, sobre aquilo que eu tinha visto em aula, na hora de resolver um exercício. Eu percebo que o nível intelectual, que o aluno precisa ter pra resolver aquele exercício, não é tão alto quanto poderia ser. Essa crítica não é só minha, mas de outros colegas, que também perceberam, que só estão resolvendo exercício, não estão se dando ao trabalho de pensar. Eles dizem: eu to fazendo exercício, mas eu não to aprendendo. (A1)*

*Quando começaram as aulas é que eu comecei a não gostar das aulas de Física I, quando eu vi que na maioria do meu tempo, eu tava fazendo conta. (A2)*

*Eu não gostei. Do ponto de vista prático, de fazer exercício, é bom, mas do ponto de vista teórico, ele não é tão eficaz. (A4)*

Outro ponto destacado pelos alunos foi a discrepância entre a implementação do método no Brasil e nos EUA. Na percepção dos alunos, a adaptação que foi feita para ser implementada em nosso país, não foi bem-sucedida. Um dos alunos criticou a escolha dos exercícios, que não levava em consideração a parte conceitual, mas apenas o formalismo matemático.

*Diferença entre o modelo original e o modelo aplicado ao Instituto de Física: material utilizado em aula foi escolhido a dedo, isso inclui vantagens e desvantagens de livros e listas de exercícios. (A1)*



*Do que o professor apresentou, eu não consigo lembrar nada contra o método, mas como ele está sendo implementado. (A2)*

*Acho o SCALE-UP muito mecânico. Se for para aplicá-lo, que seja como foi feito nos Estados Unidos. (A4)*

Por fim, os alunos se queixaram da falta de didática dos professores. Um deles, na maneira em conduzir as aulas e de se dirigir ao aluno, quando ele apresentava uma dúvida; e outro, em não ser receptivo, quando o aluno quis conversar sobre os tipos e a quantidade de exercícios propostos nas listas.

*Porque eu recebi certa intransigência por parte de um professor, quando fui falar sobre as listas. (A1)*

*Quando eu vejo as minhas aulas de Física I durante a semana, eu tenho duas aulas de computação, que é em equipe e só apenas uma aula teórica. E ela não está sendo muito boa, por conta da didática do meu professor. (A4)*

*Pra mim, curso de Física deveria ter um professor fundamentando a parte teórica, daquilo que a gente deve estudar por conta própria. O meu professor simplesmente abre um slide, mostra o que está lá e fala qual fórmula deve usar pra calcular tal coisa. Não explica como chegou naquilo, por que... Quando um aluno tem alguma dúvida dessa parte conceitual, ele simplesmente fala que está no material. Ele não percebe a diferença, não é que a gente não saiba ler o material, mas a gente tem dúvida na parte conceitual. Muitas vezes, eu nem estudava o material que eles passavam e estudava pelo Freedman. (A4)*

**Desencontros argumentativos.** Para finalizar esta seção, trazemos alguns esclarecimentos a respeito do processo ocorrido no IFUSP, quanto à implementação do SCALE-UP e a proposta original estadunidense. A primeira delas é que nos EUA o SCALE-UP envolve também a parte experimental, enquanto no IFUSP ele foi adotado na disciplina teórica. No primeiro dia de aula, os professores responsáveis pela Física I apresentavam a proposta aos alunos, dizendo como seriam as dinâmicas das aulas, as atividades que eles deveriam realizar durante o semestre, o material utilizado, os métodos de avaliação e um pouco sobre a parte computacional.

O perfil dos alunos da Licenciatura era diferente do perfil dos alunos do Bacharelado. A maioria que estava na Licenciatura era oriunda da escola pública, enquanto aqueles que frequentavam o Bacharelado haviam cursado a escola particular. Porém, em geral, os alunos ingressantes não trabalhavam. Nas entrevistas coletadas, o aluno de 2015 era da Licenciatura e todos os de 2016 eram do Bacharelado. Isso gerou vieses opostos. Por exemplo, os alunos do Bacharelado considerados medianos apresentavam um grau de interesse maior em relação aos alunos da Licenciatura.

Segundo relatos dos alunos, o método pareceu ser interessante, em teoria. O problema surgiu a partir do momento em que ele foi implementado. Não houve um estudo mais aprofundado ou mesmo uma troca de ideias, com os colegas da área de Ensino. Situação frequente não apenas no Brasil.

Pareceu não ter sido feita uma avaliação, para saber qual seria a quantidade de exercícios a ser proposta aos alunos, sem sobrecarregá-los excessivamente. Na ocasião, os professores mostraram-se mais satisfeitos com a implementação do método no ano de 2016, do que no ano anterior, indicando vários avanços na proposição.

Os alunos, por sua vez, afirmaram que os exercícios propostos pós-aula não agregavam valor à aprendizagem, ou seja, “não era precisar pensar, para resolver os exercícios da lista”. Além disso, o fato de as listas serem todas via plataforma *moodle* e os alunos não as possuírem em papel, foi um fator que eles apresentaram como ruim. “A gente não fica com nada”, segundo relato de um dos alunos.

As atividades em sala eram em formatos mais abertos, de modo que os alunos precisavam formular hipóteses e verificar as aproximações que eles deveriam realizar, para descrever o problema e tentar respondê-lo. A ideia da metodologia era que esses tipos de atividade servissem de estímulo, para que eles fossem capazes de generalizar as ideias, que eram discutidas nos grupos, para situações que extrapolem os apresentados nos livros-texto. Após o término das atividades, os professores discutiam os pontos em que houve mais erros e chamavam a atenção para pontos de maior relevância, de modo a permitir que todos os grupos conseguissem completar a atividade proposta. O conjunto de todas as atividades propostas em sala somava 10% do resultado final. O objetivo era que eles se concentrassem mais em pensar e menos em acertar, pois não se tratava de uma competição. E o prejuízo seria desprezível, se eles errassem uma dessas atividades.

Para alguns alunos, o método de avaliação continuava sendo tradicional. Eles eram avaliados pelos questionários prévios (5%), disponibilizados alguns dias antes da aula, no sistema *moodle* e encerrados dez minutos antes de cada aula; pelas atividades realizadas em sala de aula (10%); por pequenas provas feitas ao final de cada assunto (15%); pelas listas de exercícios, pós-aula que eles deveriam fazer, pois sempre era sorteado alguém para entregá-la na aula seguinte; e por fim, pelas avaliações. Estas, com peso maior, 70% da nota final. Essa foi a principal queixa dos alunos. Todas as demais atividades somavam apenas 30% do resultado. Isso quer dizer que, se eles não fizessem alguma das atividades mencionadas acima, o que eles perdiam era mínimo. Para eles, isso foi um fator desmotivador, pois se eles deixassem de fazê-las e conseguissem sete nas avaliações, sendo a média para ser aprovado, cinco, eles conseguiam a aprovação na disciplina.

Para os professores, a avaliação, cujo peso era maior, foi pensada, de modo a torná-la uma avaliação mais conceitual. Na primeira parte, ela era composta de questões teóricas, onde o aluno deveria escolher a melhor alternativa e justificá-la. A ideia era saber o conceito, para ter condições de respondê-las. Segundo os alunos, não era necessária a parte conceitual, para responder a essas perguntas. A segunda parte era composta de problemas, semelhantes aos exercícios do livro-texto. Os demais tipos de avaliação, de maneira continuada, foram pensados para preparar o aluno para a avaliação final. A proposta era que, se ele fosse bem durante as atividades que a precedem, ele estaria habilitado para uma prova mais tradicional ou mais conceitual.

Após a implementação da metodologia, a evasão dos alunos foi menor. Isso foi considerado um fator importante pela equipe de professores. Como é conhecido, o curso de Física, em geral, apresenta uma baixa terminalidade, sendo o número de alunos que evadem do curso, entre o primeiro e segundo anos, em torno de 36% para o Bacharelado e 42% para a Licenciatura (Ueno, 2004). Entretanto, as demais quedas nas séries subsequentes posteriores apresentaram diferenças para as duas habilitações. Para o Bacharelado há um corte maior no primeiro e segundo anos, sendo que no terceiro e quarto anos, esses números são aproximadamente iguais. Ao que parece, se o aluno do Bacharelado conseguir passar pela primeira e pela segunda série, a probabilidade de que ele venha a se formar é grande; porém essa é uma afirmação que não pode ser generalizada. No caso da Licenciatura, a retenção incide ano a ano, diminuindo a taxa de terminalidade.

Nesse momento, não foi possível fazer uma avaliação quantitativa, visto que não existiam turmas paralelas. Os estudos que apontam nessa direção mostram ganhos significativos no desempenho dos alunos. A avaliação qualitativa explicitada foi com relação à autonomia dos alunos, que ficou evidente. Cabe esclarecer que houve uma avaliação institucional relativa a um triênio desta implementação, todavia não foi divulgada para consulta.

O livro adotado pela equipe trabalha bastante a parte conceitual, o que os demais tentam fazer. Talvez seja possível inferir, que uma das dificuldades dos alunos com relação ao livro seja a língua. O fato de ele ser traduzido pode ser um fator que venha a contribuir, na sua utilização, a partir do momento em que isso estaria acessível aos alunos, mas não naquele momento.

Não houve um plano de trabalho, nem tampouco um plano pedagógico da disciplina. A metodologia foi empregada, mas alguns aspectos pedagógicos não foram considerados, entre eles destacamos a fundamentação teórica que sustentava tal metodologia. O plano pedagógico abordaria os seguintes fatores: i) o estímulo à iniciativa; ii) a curiosidade, iii) a reflexão crítica frente à aprendizagem; iv) o seu papel na sociedade; v) o reconhecimento das possibilidades e potencialidades de cada um; vi) a percepção de ser um agente transformador do ambiente; vii) a utilização dos diferentes meios para expressão, interpretação e uso das produções culturais; viii) a capacidade de desenvolver o conhecimento de si mesmo, a capacidade efetiva, física, cognitiva e ética; ix) a utilização de diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e produzir conhecimento; x) a compreensão do significado dos saberes das disciplinas e do processo histórico de transformação da sociedade e da cultura<sup>4</sup>.

Com relação à continuidade da utilização da metodologia, todos os professores afirmaram que ela deveria continuar, porém nem todos foram unânimes de que ela devesse ser implementada em todas as disciplinas do curso, devido à dificuldade das disciplinas mais avançadas.

## 5. Considerações finais

Ao apresentar este projeto, um estudo da implementação do SCALE-UP no Instituto de Física da USP, a ideia inicial era trazer uma contribuição teórica, ao relacionar o SCALE-UP ao ensino investigativo e verificar os impactos dessa metodologia de ensino à postura do estudante nas disciplinas de Física experimental. No entanto, alguns desencontros aconteceram no meio desse percurso.

Um deles, já assinalado, foi a divergência entre os pontos de vista dos alunos e dos professores, com relação às vantagens e desvantagens da metodologia.

É necessário reconhecer o esforço e a coragem de nossos colegas, ao implementar uma nova metodologia, em uma Instituição, onde um método tradicional e a inflexibilidade de alguns colegas prevalecem. Entretanto, pareceu não ter havido um diálogo com a parte mais interessada no processo, os próprios alunos, para uma avaliação mais precisa, para saber como a metodologia poderia ser implementada ou mesmo após, uma retrospectiva, para analisar a sua continuidade, aspectos positivos e negativos, impressão dos alunos, entre outros.

Da perspectiva dos alunos, um dos pontos falhos foi falta de liberdade. Pelo fato de a metodologia impor um ritmo de trabalho, para eles seria importante poder escolher entre tê-lo ou não como método de estudo. Seja na Licenciatura ou no Bacharelado, ele foi adotado. Da mesma forma, alterar a metodologia de ensino, mas não a forma de avaliação, pareceu um equívoco do ponto de vista dos alunos. Ou seja, se as provas continuam com peso maior, neste caso, sete sobre dez; e todas as demais atividades, que seriam atividades de uma avaliação continuada, valendo três sobre dez; não pareceu ser essencial, que os alunos participassem de todas estas atividades, para serem aprovados no curso.

Para eles, a metodologia não foi eficaz na maneira como foi implementada e só poderia vir a ser, se houvesse mais liberdade de escolha por parte dos alunos e a avaliação tivesse valor cinco sobre dez; não só a prova, que eles alegaram continuar tradicional, como a avaliação continuada, constituída de múltiplas atividades.

Como foi citada no começo deste artigo, toda ideia nova gera desconforto, sobretudo a quem não foi formado, utilizando metodologias alternativas de ensino. A ideia do ensino investigativo já está circulando há algum tempo, mas não tem sido aplicada pela maioria dos professores.

---

<sup>4</sup> Disponível em: <http://slideplayer.com.br/slide/1249443/>. Acesso em: 06 out. 2021.

Ainda se está distante de uma realidade como essa, visto que a formação inicial e continuada de professores de Ciências ainda não privilegia esse tipo de discussão e abordagem (Galiazzi, 2011), dificultando a utilização de metodologias como essa, em sala de aula. Para que isso ocorra é fundamental que docentes e discentes assumam uma postura diferenciada em relação à atividade pedagógica e ao conhecimento abordado.

O ensino por investigação é uma importante ferramenta no trabalho docente. Por outro lado, a ideia não é implementar não importa o que, somente porque é utilizada em *Harvard* ou no MIT. Os públicos são diferentes, a realidade é outra e os professores são formados de maneiras distintas, portanto o que “dá certo” lá, não necessariamente funciona aqui.

Em várias Instituições de Ensino Superior, os professores que ministram as aulas básicas de Física não são necessariamente professores com formação em licenciatura ou ligados à pesquisa em Ensino de Física. Assim, outro aspecto importante e relevante a destacar é que esses professores, que ministram essas disciplinas, nem sempre têm o ferramental e a base teórica, para avaliar de forma qualitativa o impacto, positivo ou negativo, dessa forma alternativa de ensino, na aprendizagem dos alunos. Nem sempre esses professores têm a ideia do grau de complexidade da área de Ensino. Portanto, alguém com um olhar mais profissional para o aspecto da aprendizagem, acompanhando o desenvolvimento e aplicação do método, poderia ser muito importante para fornecer a base, que permitiria um aperfeiçoamento, ou uma adaptação ou ainda a continuidade desse método na Instituição. Infelizmente, não aconteceu um diálogo com colegas da área de Ensino, nem tampouco um acompanhamento na implementação da metodologia.

## 6. Agradecimentos

Os autores do artigo agradecem a colaboração dos alunos e dos professores do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, pelas valiosas contribuições acerca da implementação do SCALE-UP.

## Referências

Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico*. Tradução por Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto.

Barrow, L. H. (2006). A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 265-278.

Beichner, R. J., Saul, J. M., Abbott, D. S., Morse, J. J., Deardorff, D. L., Allain, R. J., Bonham, S. W., Dancy, M. H., & Risley, J. S. (2007). *The Student-Centered Activities for Large Enrollment Undergraduate Programs (SCALE-UP) Project*. Research-Based Reform on University Physics. Available in: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32837058/Chapter-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1633525048&Signature=NveZwWenZUyd8Ccm~ls-jWU89OzaOdDX7yLOpithuA2KMwDJbEiwT-uUJ54gKDNlkOCJxf1rG4eNYxuqgnT10SW-b7f8j-gUFLxbIh23nUvQ0YFHldAG-ast2rnf~XollfmXeTi06DT8syvhe3uVsCb8ZCoJYz2w~~hwY21v9Zhhm6AuSIcwqDkHEycC0tBrNZm8zJtl9d00Bt8Z~Sy15366DmNRTSJPT2Ao0bp15esWtCEoz7tXeJNY2UUoa-BM0nsIJFDTUjh4XV0DSFIL7oVUbxHXC08UkgysEoFjZXhh57--O2jStL4RrcISX~P3umaXcctTloCdRnQ2MIYJw\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32837058/Chapter-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1633525048&Signature=NveZwWenZUyd8Ccm~ls-jWU89OzaOdDX7yLOpithuA2KMwDJbEiwT-uUJ54gKDNlkOCJxf1rG4eNYxuqgnT10SW-b7f8j-gUFLxbIh23nUvQ0YFHldAG-ast2rnf~XollfmXeTi06DT8syvhe3uVsCb8ZCoJYz2w~~hwY21v9Zhhm6AuSIcwqDkHEycC0tBrNZm8zJtl9d00Bt8Z~Sy15366DmNRTSJPT2Ao0bp15esWtCEoz7tXeJNY2UUoa-BM0nsIJFDTUjh4XV0DSFIL7oVUbxHXC08UkgysEoFjZXhh57--O2jStL4RrcISX~P3umaXcctTloCdRnQ2MIYJw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA). Acesso em: 06 out. 2021.

Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(3), 291-313.

- Calmettes, B. (2009). Démarche d'investigation en Physique. *SPIRALE – Revue de Recherches en Éducation*, 43, 139-148.
- Carvalho, A. M. P. (2013). *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning.
- Carvalho, A. M. P. (1999). *Termodinâmica: um ensino por investigação*. São Paulo: FEUSP.
- Clement, L. (2013). *Autodeterminação e ensino por investigação: construindo elementos para promoção da autonomia em aulas de Física*. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis.
- Demo, P. (1998). *Educar pela pesquisa*. Campinas: Autores Associados.
- Ferreira, T. M., & Jiménez, L. O. (2021). O uso do método ativo, aprendizagem baseada em problemas, na educação superior: uma proposta de pesquisa-ação. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, Ano 6, 6(16), 23-45.
- Frison, L. M. B. (2000). Pesquisa como superação da aula copiada. In: III Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul. *Atas [...]*, Porto Alegre.
- Galiazzi, M. C. (2011). *Educar pela pesquisa*. Ijuí: Editora da Unijuí.
- Galiazzi, M. C., & Moraes, R. (2002). Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 8(2), 237-252.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque mas critico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Mazur, E. (2015). *Peer instruction: a evolução da aprendizagem ativa*. Porto Alegre: Penso.
- Menegat, T. M. C., Clement, L., & Terrazzan, E. A. (2007). Textos de divulgação científica em aulas de física: uma abordagem investigativa. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. *Anais [...]* do VI ENPEC, Florianópolis: ABRAPEC.
- Meyer, D. E. E. (2013). *Postura investigativa no Ensino Superior*. Conferência proferida no dia 31/07/13 na Capacitação para Professores e Tutores 2013/2: Postura Investigativa no Ensino Superior na Unisinos, São Leopoldo. Disponível em: <http://unisinos.br/blogs/formacao-docente/files/2013/08/DAGMAR-Postura-investigativa-no-Ensino-Superior.pdf>. Acesso em: 07 out. 2015.
- Sa, E. F., Paula, H. F., Lima, M. E. C. C., & Aguiar, O. G. (2007). As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. *Anais [...]* do VI ENPEC, Florianópolis: ABRAPEC.
- Salvador, A. B., & Ikeda, A. A. (2019). O uso de metodologias ativas de aprendizagem em MBA de marketing. *Cad. EBAPE.BR*, 17(1), 129-143.



Souza L. S., Santos, D., & Murgo, C. S. Metodologias Ativas na Educação Superior em Saúde Brasileira: uma Revisão Integrativa Frente ao Paradigma da Prática Baseada em Evidências. *Rev. Inter. Educ. Sup. Campinas*, 71(31), e0210152021.

Sasseron, L. H. (2010). Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estrutura do ensino de Física. In: A. M. P. CARVALHO (coord.). *Ensino de Física*. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-27.

Strohschoen, A. A. G., & Salvi, L. C. (2013). *Construindo práticas educativas no Ensino Superior: roteiros de atividades experimentais e investigativas*. Lajeado: Ed. da Univates.

Ueno, M. H. (2004). *A “tensão essencial” na formação do professor de Física: entre o pensamento convergente e o pensamento divergente*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual de Londrina (UEL). Londrina.

Ueno-guimarães, M. H. (2014). *A escolha pela Física: Gosto ou desafio?* Saarbrücken, Alemanha: Ed. Novas Edições Acadêmicas.

Ueno-Guimarães, M. H., & Simões, B. S. (2015). Como se chegar ao valor da aceleração da gravidade: processo demonstrativo ou investigativo? In: Atas do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física. *Anais [...]*. Uberlândia.

Wenning, C. J. (2010). Levels of inquiry: using inquiry spectrum learning sequences to teach Science. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 5(4), 11-19.

Wenning, C. J. (2011a). Experimental inquiry in introductory physics courses. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 6(2), 2-8.

Wenning, C. J. (2011b). The levels of inquiry model of Science teaching. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 6(2), 2-9.

Zômpero, A. F., & Laburú, C. E. (2011). Atividades investigativas no Ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio*, 13(3), 67-80.

Zômpero, A. F., & Laburú, C. E. (2012). Implementação de atividades investigativas na disciplina de Ciências em escola pública: uma experiência didática. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(3), 675-684.