

## Atividades experimentais e atividades baseadas em simulações computacionais: quais os principais fatores que influenciam a decisão de professores de conduzir ou não essas práticas em suas aulas?

Leonardo Albuquerque Heidemann<sup>1</sup>, Ives Solano Araujo<sup>2</sup>, Eliane Angela Veit<sup>3</sup>

leonardo@heidemann.com.br, ives@ifufrgs.br, eav@ifufrgs.br

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

<sup>2,3</sup> Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

### Resumo

Diversos são os trabalhos que têm apontado potencialidades relacionadas ao uso de Atividades Experimentais (AE) e Atividades baseadas em Simulações Computacionais (ASC) no ensino de Física. No entanto, a realidade das escolas tem mostrado que poucos são os professores que implementam tais recursos didáticos de forma sistemática em suas aulas. Neste trabalho, buscamos analisar os principais fatores que influenciam na decisão de professores de Física de usar ou não AE e ASC como estratégias de ensino. Amparados na Teoria do Comportamento Planejado de Ick Ajzen, nossos dados indicam que, além de aspectos relacionados com a infraestrutura disponível e com a capacidade que os professores acreditam possuir para a condução dessas atividades, fatores relacionados aos seus conhecimentos teóricos sobre as potencialidades e limitações das AE e ASC no ensino de Física também influenciam nas suas intenções de utilizá-las. Os resultados sugerem que os cursos de formação de professores devem direcionar seus esforços não somente no sentido de familiarizar os futuros docentes com um grande leque de experimentos e simulações que os capacitem para utilizarem AE e ASC como estratégias didáticas, mas também para torná-los conscientes das potencialidades e limitações teóricas dessas estratégias.

**Palavras chave:** atividades experimentais, simulações computacionais, formação de professores, Teoria do Comportamento Planejado.

### Experimental and computer simulation activities: what are the main factors that influence the decision of teachers to use it in their classrooms?

### Abstract

Several studies have been shown the potentialities and benefits of the use of Experimental Activities (EA) and Computer Simulation Activities (CSA) in physics education. However, it is still not being used systematically enough in the Brazilian high schools, as could it be. In this paper we employ the Theory of Planned Behavior by Ick Ajzen to analyze the main factors that influence physics teachers' decision to make use or not of EA and CSA in their classes. Our data indicate as important factors: the teachers' theoretical knowledge about the potentials and limitations of EA and CSA in physics education; the available infrastructure to implement the activities and the feeling the teachers have about their own ability to conduct these activities. The results suggest that training courses for teachers should direct their efforts not only in order to familiarize future teachers with a wide range of experiments and simulations that enable them to use EA and CSA as teaching strategies, but also to make them aware the theoretical potential and limitations of these strategies.

**Keywords:** experimental activities, computer simulations, teacher training, Theory of Planned Behavior.

# **Actividades experimentales y actividades basadas en simulaciones computacionales: ¿cuales son los principales factores que influyen en la decisión de los profesores de conducir o no estas prácticas en sus clases?**

## **Resumen**

Hay varios estudios que han señalado las potencialidades relacionadas con el uso de Actividades Experimentales (AE) y Actividades basadas en Simulaciones Computacionales (ASC) en la enseñanza de la Física. Sin embargo, la realidad de las escuelas ha demostrado que pocos profesores utilizan dichos recursos de una manera sistemática en sus clases. En este trabajo se analizan los principales factores que influyen en la decisión de los profesores de Física de utilizar o no AE y ASC como estrategias de enseñanza. Apoyados en la Teoría del Comportamiento Planificado de Ajzen Ick, nuestros datos indican que, además de los aspectos relacionados con la infraestructura disponible y la capacidad que los profesores sienten que tienen que llevar a cabo estas actividades, los factores relacionados con sus conocimientos teóricos sobre el potencial y las limitaciones de AE y ASC en la enseñanza de la Física también influyen en sus intenciones de usarlas. Los resultados sugieren que los cursos de formación para profesores deben dirigir sus esfuerzos no sólo con el fin de familiarizar a los futuros profesores con una amplia gama de experimentos y simulaciones que les permitan utilizar AE y ASC como estrategias de enseñanza, sino también para que sean conscientes de las potencialidades y limitaciones teóricas de estas estrategias.

**Palabras clave:** actividades experimentales, simulaciones computacionales, formación de profesores, Teoría del Comportamiento Planificado.

## **Les activités expérimentales et les activités basées sur des simulations par ordinateur: quels sont les principaux facteurs qui influencent la décision des professeurs à mener ou non ces pratiques en salle de classe?**

## **Résumé**

Il existe plusieurs études qui ont souligné les potentialités liées à l'utilisation d'activités expérimentales (AE) et d'activités basées sur des simulations par ordinateur (ASO) dans l'enseignement de la physique. Cependant, la réalité des écoles montre que peu de professeurs mettent en œuvre ces ressources d'apprentissage d'une manière systématique dans leurs classes. Dans cet article, nous analysons les principaux facteurs qui influencent la décision des professeurs de physique à utiliser ou non des AE et des ASO en tant que stratégies d'enseignement. Appuyées sur la Théorie du Comportement Planifié de Ick Ajzen, nos données indiquent que, en plus des aspects liés à l'infrastructure disponible et à l'aptitude que les professeurs croient avoir pour conduire ces activités, leurs intentions de les utiliser sont également influencées par des facteurs liés à leurs connaissances théoriques sur le potentiel et les limitations des AE et des ASO dans l'enseignement de la physique. Les résultats suggèrent que les cours de formation de professeurs devraient diriger leurs efforts non seulement dans le but de familiariser les futurs professeurs avec un grand nombre d'expérimentations et de simulations qui leur permettent d'utiliser des AE et des ASO en tant que stratégies d'enseignement, mais aussi de leur faire prendre conscience du potentiel théorique et des limitations de ces stratégies.

**Mots-clés:** activités expérimentales, simulations par ordinateur, formation de professeurs, Théorie du Comportement Planifié.

## **1. INTRODUÇÃO**

Disciplinas de instrumentação para laboratório que tem por objetivo tornar futuros professores capazes de desenvolver atividades experimentais em suas aulas são muito comuns em cursos de licenciatura em Ciências. Apesar disso, não é raro os professores utilizarem tal recurso de forma inadequada (Hodson, 1994) ou nem mesmo o empregarem em suas aulas (Saraiva-Neves, Caballero & Moreira, 2006; Galiazzi et al., 2001). Quando tratamos do uso do computador no ensino de Ciências, o mesmo quadro se repete, sendo prática comum o uso do computador e do projetor multimídia em sala de aula como uma nova forma

de apresentar as mesmas anotações feitas outrora no quadro-negro para os alunos. É perdida a oportunidade de se valer das vantagens relacionadas ao uso das tecnologias no ensino de Ciências, como, por exemplo, a possibilidade de proporcionar ao aluno a interação com experimentos virtuais sobre conceitos abstratos, o potencial para fornecer um *feedback* imediato em testes de hipóteses realizados com simulações computacionais, e a capacidade de facilitar a coleta de dados em experimentos práticos de laboratório (Medeiros & Medeiros, 2002).

A literatura reconhece diversas potencialidades para o ensino de Ciências tanto em atividades experimentais como

em computacionais (e.g., Hodson, 1994; Hofstein e Lunetta, 2004; Gil Pérez et al., 1999; Medeiros & Medeiros, 2002; Trumper, 2003). Mais recentemente, estudos têm evidenciado que atividades que envolvem o uso combinado de experimentos concretos e virtuais possibilitam melhores resultados relacionados com a aprendizagem conceitual dos estudantes, assim como podem enfatizar as diferenças substanciais que existem entre os modelos científicos e os eventos que eles procuram representar (e. g., Olympiou & Zacharia, 2011; Dorneles, Araujo & Veit, 2012; de Jong, Linn, Zacharia, 2013). Desse modo, o pouco uso dessas atividades por parte dos professores de Ciências pode ser tratado como uma questão a ser investigada, contribuindo para que os cursos de formação de professores invistam esforços para efetivamente prepararem seus estudantes para aulas práticas.

Neste trabalho, amparados na Teoria do Comportamento Planejado (TCP) de Icek Ajzen (1991a; 1991b), buscamos analisar quais os principais fatores que influenciam na intenção dos professores de Física de conduzir ou não atividades experimentais e atividades baseadas em simulações computacionais em suas aulas. Com isso, procuramos dar um passo adiante no sentido de esclarecer os motivos pelos quais tais recursos são pouco explorados no ensino de Física e, desse modo, possibilitar um melhor delineamento dos currículos de cursos de formação de professores de Física. Cabe ressaltar que o termo “atividade experimental” é empregado neste trabalho para designar atividades em que os alunos manuseiam diretamente um experimento concreto em pequenos grupos. Não estamos contemplando nesta expressão demonstrações experimentais feitas pelo professor, por exemplo. Do mesmo modo, o termo “atividades baseadas em simulações computacionais” é empregado para atividades em que os alunos interagem com uma simulação computacional individualmente ou em pequenos grupos, não para demonstrações feitas pelo professor com um projetor multimídia, por exemplo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Devido à infinidade de nuances envolvidas no processo de tomada de decisão por um indivíduo, comportamentos humanos estão entre os eventos mais complicados de serem antevistos pela Ciência. Apesar disso, modelos são continuamente desenvolvidos com o intuito de identificar os principais preditores dos mais diversos comportamentos. Nesse contexto, mais do que puramente prever comportamentos, a TCP ampara pesquisadores na busca pela compreensão dos motivos que levam pessoas a apresentarem determinados comportamentos. Nesta seção, expomos essa teoria de forma breve, destacando apenas seus principais aspectos de modo a possibilitar ao leitor a compreensão da investigação que apresentamos. Mais detalhes dessa teoria podem ser encontrados em Heidemann, Araujo e Veit (2012).

Para o desenvolvimento da TCP, Ajzen (1991a) se vale do conceito que ele denomina de *intenção comportamental*. Para ele, tal construto é o principal preditor dos comportamentos humanos e, portanto, a compreensão dos fatores que determinam os comportamentos humanos

perpassa pela compreensão dos fatores que influenciam as intenções das pessoas de manifestar determinados comportamentos. Com o intuito de fomentar a compreensão de uma intenção comportamental, Ajzen afirma que ela podem ser predita por um balanço de três distintos construtos. O primeiro deles, a *atitude* do sujeito em relação ao comportamento, é definido como o sentimento favorável ou desfavorável do sujeito frente a esse comportamento. Esse sentimento é frequentemente evidenciado no discurso das pessoas. Por exemplo, um indivíduo que afirma que a prática de esportes em parques é uma atividade agradável está evidenciando que apresenta um sentimento favorável (ou atitude positiva) em relação a esse comportamento, o que favorece uma maior intenção comportamental do sujeito para praticar atividades esportivas em parques (Ajzen, 1991b).

O segundo preditor das intenções comportamentais é denominado por Ajzen de *norma subjetiva*. Esse construto reflete a pressão social percebida por um indivíduo para manifestar ou não determinado comportamento. Por exemplo, um sujeito que é estimulado por parentes e amigos a realizar atividades físicas possivelmente apresentará uma maior intenção comportamental para manifestar esse comportamento do que um indivíduo que não é incitado à prática de exercícios por alguém. Resumidamente, podemos pensar que quanto maior a pressão social sofrida por um indivíduo para manifestar um comportamento, maior a probabilidade de ele efetivamente manifestá-lo (idem).

O *controle comportamental percebido* é o terceiro preditor das intenções comportamentais previsto pela TCP. Tal construto reflete a facilidade ou dificuldade que um indivíduo acredita possuir para manifestar um comportamento. Um sujeito que entende que tem condições físicas para, por exemplo, esquiar na neve, possivelmente se mostrará mais confiante para esquiar, o que significa que ele apresentará um maior controle comportamental percebido em relação a esquiar. Tal fato possivelmente contribuirá para que ele apresente uma maior intenção comportamental para esquiar na neve. No entanto, a real facilidade ou dificuldade de um indivíduo para manifestar um comportamento pode ser bastante diferente do que ele acredita. O indivíduo que vai esquiar, por exemplo, pode, ao chegar ao topo da montanha onde pretende descer, ser surpreendido com uma altitude maior do que ele esperava, fazendo com que ele desista de manifestar o comportamento que pretendia, apesar de ele inicialmente ter manifestado que não tinha medo de altura. Desse modo, apesar de o controle comportamental percebido possivelmente ser um bom preditor do controle comportamental real, é esse último que efetivamente será o preditor do comportamento de um indivíduo (idem).

Para a TCP, a mensuração da atitude, da norma subjetiva e do controle comportamental percebido já é suficiente para uma boa predição das intenções comportamentais. No entanto, é possível uma compreensão mais profunda do comportamento investigado quando os preditores desses construtos são avaliados. Esses preditores são denominados por Ajzen de *crenças*. A Figura 1 ilustra as principais relações previstas na TCP.

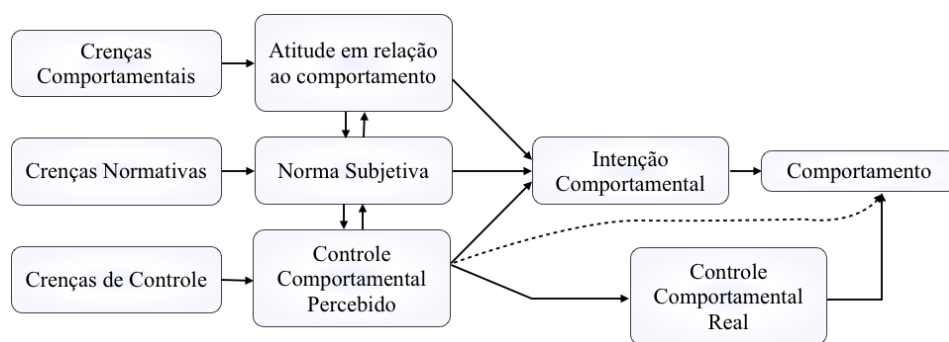


Figura 1 – Estrutura da Teoria do Comportamento Planejado. Indiretamente, as crenças de um indivíduo são preditoras de suas intenções comportamentais.

As *crenças comportamentais*, preditoras das atitudes, estão relacionadas ao conhecimento do indivíduo sobre o comportamento analisado. Um indivíduo que, por exemplo, sabe dos benefícios das atividades físicas possivelmente apresentará uma atitude mais positiva em relação à prática de exercícios físicos. As *crenças normativas*, que antecipam as normas subjetivas, estão relacionadas com a confiança do indivíduo de que um indivíduo específico ou um grupo importante para ele aprove ou desaprove a manifestação do comportamento em questão. Por exemplo, uma criança que sabe que seus pais desaprovam seu comportamento no caso de ela subir em uma árvore provavelmente apresentará uma norma subjetiva baixa para esse comportamento, o que contribuirá para um decréscimo em sua intenção comportamental de subir em uma determinada árvore. Já as *crenças de controle*, que possibilitam a previsão dos controles comportamentais percebidos, estão relacionadas com as características do comportamento analisado que o indivíduo entende que podem facilitar ou dificultar a sua realização. O fato de um indivíduo ter medo de altura, por exemplo, provavelmente contribuirá para que ele tenha um menor controle comportamental percebido para descer uma montanha esquiando na neve (idem).

Na proposta da TCP, Ajzen apresenta também uma metodologia para a mensuração dos construtos definidos por ele. O procedimento sugerido se desenvolve em duas fases distintas. Na primeira delas, o autor recomenda que o investigador procure detectar as crenças do grupo estudado relacionadas ao comportamento que ele pretende analisar. Tal processo pode ser realizado por meio de questionários abertos, onde o respondente evidencie suas crenças comportamentais, normativas e de controle. Por exemplo, se o pesquisador deseja detectar as crenças comportamentais de um sujeito relacionadas à realização de atividades físicas, ele poderia questioná-lo sobre as vantagens e desvantagens da realização dessas atividades para sua vida. Assim ele exprimiria os principais conhecimentos que ele tem em relação ao comportamento analisado. Um procedimento semelhante a esse pode ser realizado para a detecção das crenças normativas e das de controle (Ajzen, 2006b).

Por meio da análise de conteúdo das respostas coletadas, o investigador pode inferir as crenças mais frequentes no grupo analisado. Essas crenças devem nortear a segunda fase do processo sugerido por Ajzen, na qual o investigador

produz um questionário para avaliar dois aspectos relacionados a cada uma das crenças detectadas: a robustez das crenças, que mede o grau de concordância de cada um dos investigados com cada uma das crenças detectadas; e o grau de importância atribuída por cada um dos respondentes para cada uma dessas crenças. Ilustrando tais dimensões que Ajzen sugere que sejam mensuradas, podemos imaginar que um indivíduo pode apresentar um alto nível de concordância com a crença normativa que afirma que seus pais o aprovariam caso ele realizasse exercícios físicos, mas pode concomitantemente destacar que despreza a opinião de seus pais. Desse modo, ele apresenta um alto nível de concordância com uma crença normativa, mas atribui pouca importância para ela, o que acaba limitando a contribuição dela para um aumento na norma subjetiva do indivíduo (idem).

O questionário sugerido por Ajzen é estruturado em questões do tipo Likert. Cada grupo de questões é produzido com o intuito de medir um construto em particular. Depois de mensurados, Ajzen propõe que sejam avaliadas as correlações entre cada um deles. Desse modo, o pesquisador pode avaliar quais construtos apresentam maior poder de predição sobre as intenções comportamentais dos respondentes. Cabe ressaltar que, dependendo do comportamento analisado, diferentes correlações serão medidas entre cada um dos construtos previstos na TCP. Em alguns casos, é possível que algum dos construtos preditores não apresentem correlação significativa com as intenções comportamentais. É possível ainda que nenhum dos construtos se mostre preditor das intenções comportamentais. Nesse caso, a TCP revela-se insuficiente para o estudo desenvolvido, e o uso de outras teorias deve ser avaliado.

Ajzen (2006a) destaca ainda que, de posse dos principais preditores das intenções comportamentais, pesquisadores podem delinear intervenções com o intuito de modificar o comportamento de indivíduos. Nesse processo, o investigador deve se focar nos construtos que apresentam maior correlação com as intenções comportamentais. A fim de modificá-los, ele deve buscar alterá-los promovendo novas crenças nos sujeitos ou causando mudanças na robustez ou na importância das crenças que eles já possuem.

Usando os conceitos da TCP, nossa investigação busca responder à seguinte questão:

*Qual o poder de predição das atitudes, das normas subjetivas e dos controles comportamentais percebidos de professores de Física em exercício em relação ao uso de Atividades Experimentais (AE) e de Atividades baseadas em Simulações Computacionais (ASC) em suas aulas sobre suas intenções comportamentais de usar tais recursos em suas aulas?*

Na próxima seção, apresentamos o procedimento metodológico que desenvolvemos para, amparados na TCP, buscarmos uma resposta para essa questão.

### 3. METODOLOGIA

Nossa investigação foi desenvolvida em duas etapas com dois grupos distintos. Na primeira delas, detectamos as crenças de professores por meio de um questionário aberto respondido por 64 participantes. Todos os respondentes eram alunos de um curso de especialização em Física para a Educação Básica. Instaurado em julho de 2009, o curso tinha alunos distribuídos em cinco polos localizados no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. No momento da aplicação do questionário, em agosto de 2010, os respondentes já haviam cursado seis disciplinas abordando os seguintes temas: noções básicas sobre a plataforma de ensino a distância Moodle; o uso de mídias e ferramentas digitais no ensino de Física; métodos computacionais; teorias de aprendizagem; fundamentos epistemológicos; e modelagem científica. Apenas três dos participantes não estavam lecionando aulas de Física quando responderam ao questionário.

Do questionário utilizado na primeira etapa da investigação, quatro questões foram analisadas a fim de inferirmos as crenças comportamentais e de controle dos respondentes. Nelas, foi solicitado que o participante enumerasse, em ordem decrescente de importância, o que ele considerava ser, para o ensino de Física, as principais:

- vantagens do uso de atividades baseadas em simulações computacionais.
- vantagens do uso de atividades experimentais.
- limitações do uso de atividades baseadas em simulações computacionais.
- limitações do uso de atividades experimentais.

No início do questionário, foi esclarecido aos respondentes o significado que atribuíamos às expressões “atividade experimental” e “atividade baseada em simulações computacionais”.

A detecção das crenças dos participantes foi realizada por meio da análise de conteúdo das respostas apresentadas por eles no questionário. Como os respondentes já haviam entrado em contato com conhecimentos relacionados com o uso de AE e de ASC no curso de especialização em Ensino de Física que cursavam na ocasião, solicitamos que eles, por meio de um novo questionário, tentassem classificar em que momento ocorreu a formação (ou não) de cada uma das crenças identificadas pela nossa análise de conteúdo, ou seja, se foi antes ou depois das aulas do referido curso. Foi baseado nas crenças que eles já apresentavam antes do curso de especialização que confeccionamos o questionário utilizado na segunda fase

de nossa investigação. Desse modo, pretendíamos tornar esse instrumento mais fidedigno ao real panorama dos professores de Física em exercício na Educação Básica. Escolhemos também quatro referentes para mensurar as crenças normativas dos professores em relação ao uso de AE e ASC. São eles: o diretor da sua instituição de ensino, seus alunos, os pais dos seus alunos, e seus colegas professores.

A segunda etapa da pesquisa tinha por objetivo avaliar quais os principais preditores das intenções comportamentais de um novo grupo de professores de conduzir AE e ASC em suas aulas. Com o intuito de possibilitar a mensuração da atitude, da norma subjetiva e do controle comportamental de professores de Física em relação ao uso de AE e ASC para fins didáticos, assim como da intenção comportamental deles em usar tais recursos em suas aulas, o questionário produzido para essa etapa da pesquisa foi validado por dois pesquisadores da área de ensino de Física. Nele, existem perguntas que solicitam que os respondentes avaliem a qualidade dos laboratórios das instituições onde ministram suas aulas e quanto a infraestrutura desses laboratórios influencia em suas intenções de conduzir AE e ASC em suas aulas. Esse questionário, assim como detalhes relacionados com a sua confecção e com a mensuração dos construtos analisados, estão disponíveis, respectivamente, nos Apêndices A e B. Todos os construtos medidos foram normalizados para valores entre 0 e 5 de modo que, quanto mais a medida do construto se aproxima do valor 5, maior a probabilidade do indivíduo manifestar o comportamento analisado. Tal procedimento foi realizado para facilitar a comparação dos construtos medidos entre os participantes da pesquisa.

Os 53 professores que voluntariamente participaram da segunda etapa da nossa pesquisa foram convidados por meio de mensagens eletrônicas enviadas para todos os integrantes do cadastro do “Centro de Referência para o Ensino de Física” (CREF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Esse cadastro, que tem por objetivo compartilhar informações sobre eventos relacionados ao ensino de Física, especialmente de nível médio e fundamental, conta com cerca de 1200 indivíduos que espontaneamente se registram por meio do site do CREF. Dos respondentes, 35 eram do sexo masculino e 18 do sexo feminino. Suas idades variavam entre 22 e 57 anos, tendo média de 35,8 anos com desvio padrão de 9,1 anos. Em média, os participantes lecionavam há 11,3 anos com desvio padrão de 9,0 anos. Quanto ao maior grau de instrução concluído, três dos participantes possuíam o título de doutor, 13 possuíam mestrado, 15 eram especialistas, 19 portavam o diploma de graduação, dois tinham concluído um curso técnico-profissionalizante, e um tinha concluído apenas o Ensino Médio. Na próxima seção, destacamos as principais relações encontradas entre os construtos mensurados por meio das respostas desses participantes.

### 4. RESULTADOS

Na análise dos dados usamos o coeficiente de correlação de Pearson para avaliar a intensidade das relações entre os construtos medidos. Os resultados demonstraram que as intenções comportamentais dos professores de usarem AE

em suas aulas apresentam correlações significativas (ao nível de 1%) com dois construtos: atitudes (correlação de valor 0,48) e controles comportamentais percebidos (correlação de valor 0,43) em relação ao uso de AE. A correlação entre essas intenções comportamentais com as normas subjetivas não foi significativa. A Figura 2 ilustra as relações entre os construtos preditores e as intenções comportamentais sobre o uso de AE no ensino de Física.

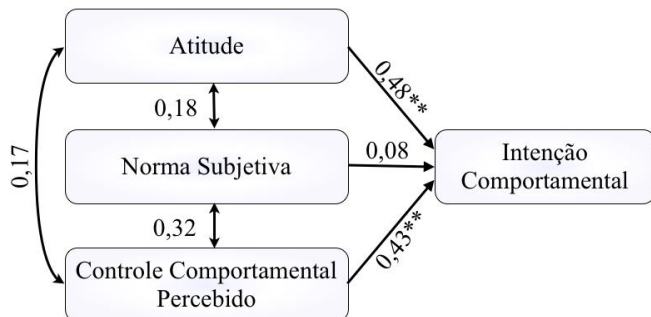


Figura 2 – Correlações entre os principais construtos da TCP medidos em relação ao uso de atividades experimentais para fins didáticos no ensino de Física. As correlações sucedidas por \*\* são significativas ao nível de 1%.

Não foram encontradas correlações significativas entre a intenção comportamental dos respondentes e o grau de instrução, a idade ou o tempo de serviço dos participantes como professores. Também não foi encontrada correlação significativa entre o controle comportamental percebido e a atitude dos respondentes sobre o uso de AE no ensino de Física. Tal resultado evidencia que o sentimento favorável ou desfavorável dos professores em relação ao uso de AE no ensino de Física e a sua percepção sobre o controle que têm para decidir conduzir ou não AE em suas aulas, se mostraram como aspectos distintos e independentes do sentimento dos respondentes sobre o uso de tal recurso. Em outras palavras, o sentimento dos professores em relação às AE evidenciou-se independente das condições estruturais que eles dispunham para realizá-las e das habilidades que eles julgavam ter para desenvolvê-las.

Uma correlação significativa ao nível de 1% no valor de 0,45 foi encontrada entre o sexo dos respondentes e suas atitudes em relação ao uso de AE no ensino de Física, indicando que, de modo geral, as mulheres participantes do estudo apresentaram um sentimento mais favorável do que os homens.

Não foi encontrada correlação significativa entre a qualidade da infraestrutura, percebida pelos respondentes, dos laboratórios de Física das instituições onde eles ministram suas aulas e suas intenções de utilizarem AE. Além disso, 27 dos professores participantes discordaram da afirmação que a infraestrutura do laboratório e a disponibilidade de materiais são determinantes em suas intenções de conduzir atividades desse tipo em suas aulas.

Vinte e três dos respondentes relataram dispor de bom laboratório de Física e de materiais para a realização de AE. Desses, sete participantes, quando perguntados se utilizariam AE em suas próximas aulas, não optaram pela alternativa “muito provavelmente” (questão 2.4

apresentada no Apêndice A). Analisando esses respondentes, constatamos que a medida da atitude em relação ao uso de AE de cinco deles é menor que a média dos respondentes, enquanto que apenas dois deles apresentaram valores de controle comportamental percebido abaixo da média dos professores participantes do estudo. Tal resultado evidencia que a atitude, influenciada pelo conhecimento dos professores sobre AE, pode levá-los a não utilizar esse recurso mesmo quando dispõem de bons laboratórios de Física.

Por meio de um modelo de regressão linear das intenções comportamentais dos respondentes para usarem AE em função da atitude medida e do controle comportamental percebido, foi possível explicar 36% da variância das intenções comportamentais. Os valores apresentados para os coeficientes padronizados da regressão (0,36 para o controle comportamental percebido e 0,42 para a atitude) indicam que variações na atitude dos respondentes acarretam maiores mudanças nas suas intenções comportamentais do que variações no controle comportamental percebido.

De forma semelhante ao que ocorreu com as intenções comportamentais relacionadas ao uso de AE no ensino de Física, as intenções comportamentais dos respondentes relativas ao uso de ASC no ensino de Física apresentaram correlações significativas (ao nível de 1%) com o controle comportamental percebido, no valor de 0,36, e com a atitude deles em relação ao uso desse recurso, no valor de 0,48. No entanto, assim como aconteceu para as AE, a correlação entre a intenção comportamental e a norma subjetiva sentida pelos professores não foi significativa. A Figura 3 ilustra as relações entre os construtos preditores e as intenções comportamentais dos respondentes de usarem ASC.

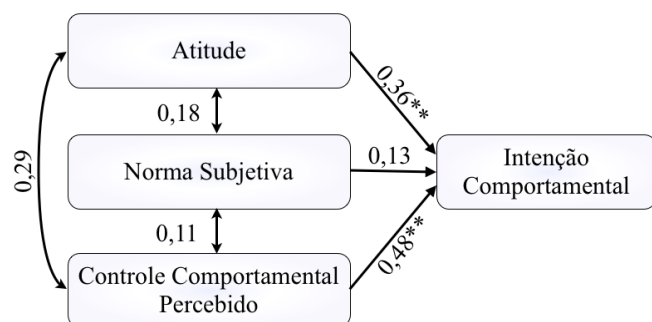


Figura 3 – Correlações entre os principais construtos da TCP medidos em relação ao uso de atividades baseadas em simulações computacionais para fins didáticos no ensino de Física. As correlações sucedidas por \*\* são significativas ao nível de 1%.

Os resultados apontam para uma correlação significativa ao nível de 5% de valor 0,33 entre a idade dos respondentes e as intenções comportamentais relacionadas ao uso de ASC. Tal dado indica que, quanto maior a idade do respondente, menor sua intenção de utilizar tal recurso em suas aulas. Não foi encontrada correlação entre a atitude dos respondentes e suas idades.

Também não foram encontradas correlações significativas entre a intenção comportamental dos respondentes com o

sexo, o grau de instrução concluído ou o tempo de serviço como professores dos participantes.

Uma correlação significativa ao nível de 1% no valor de 0,58 foi encontrada entre o controle comportamental percebido e a atitude dos respondentes em relação ao uso de ASC no ensino de Física. Com isso, pode-se concluir que, ao contrário do que ocorreu com AE, o sentimento favorável ou desfavorável dos respondentes em relação ao uso de ASC no ensino de Física está relacionado com suas percepções sobre o controle que eles têm para decidir conduzir ou não ASC em suas aulas, ou seja, as condições de infraestrutura e as habilidades para conduzir ASC das quais dispõem os professores respondentes influencia no sentimento deles frente ao uso desse recurso em suas aulas.

Dezenove respondentes apontaram dispor de boa infraestrutura para o desenvolvimento de ASC, mas, quando perguntados se usariam tal recurso em suas aulas, não escolheram a alternativa “muito provavelmente” (questão 3.4 apresentada no Apêndice A). A medida da atitude em relação ao uso de ASC de treze deles foi menor que a média dos participantes do estudo, enquanto os valores medidos para o controle comportamental percebido foram abaixo da média apenas para cinco dos respondentes desse grupo. Repetindo o que ocorreu para as AE, tal análise sugere que apenas a disponibilidade de uma infraestrutura adequada para o desenvolvimento de ASC não garante que os professores conduzam atividades desse tipo em suas aulas. Possivelmente, o motivo para isso está relacionado com a atitude dos professores em relação ao uso de ASC no ensino de Física, ou seja, com o conhecimento deles sobre esse recurso didático.

Aspectos estruturais mostraram-se mais importantes para as intenções dos professores de usar ASC do que suas intenções de utilizar AE. Em sua maioria, os professores disseram que a infraestrutura do laboratório de informática é determinante de suas intenções de realizar ASC. Por outro lado, os professores disseram estar satisfeitos com a qualidade de seus laboratórios de informática. Portanto, não pode ser atribuído a esse aspecto a pouca frequência com que os professores de Física têm realizado ASC em suas aulas.

O modelo de regressão linear das intenções comportamentais dos respondentes frente ao uso de simulações computacionais em função da atitude medida (a partir das crenças salientes) e do controle comportamental percebido explica 32% da variância das intenções comportamentais. Os valores apresentados para os coeficientes padronizados da regressão (0,45 para o controle comportamental percebido e 0,23 para a atitude) indicam que, diferentemente do que ocorreu com as intenções comportamentais relacionadas ao uso de atividades experimentais, variações no controle comportamental percebido dos respondentes acarretam em maiores mudanças nas suas intenções comportamentais do que variações na atitude.

## 5. CONCLUSÕES

Costuma-se atribuir grande importância à infraestrutura das instituições de ensino e à habilidade dos professores no

manuseio de instrumentos quando se discutem ações no intuito de promover AE e ASC no ensino de Física. De fato, nossos resultados corroboram a crença de que tais aspectos são relevantes para que os docentes sintam-se capacitados e tenham condições para desenvolverem tais atividades. No entanto, nosso estudo evidencia a influência de outros aspectos que costumam ser negligenciados: as crenças comportamentais e as atitudes dos professores sobre o uso desses recursos. Os resultados do presente artigo mostram que esses aspectos exercem uma importante influência nas intenções dos professores participantes de desenvolverem AE e ASC em suas aulas.

Os modelos construídos em nossa investigação foram capazes de explicar 36% da variância das intenções dos professores de utilizar AE em suas próximas aulas e 32% da variância desse construto relacionado ao uso de ASC. Deles, pôde-se inferir que os principais preditores das intenções comportamentais dos participantes de usarem AE e ASC em suas aulas são as suas atitudes e os seus controles comportamentais percebidos. Conforme a TCP, esses construtos estão relacionados com o conhecimento do indivíduo sobre o comportamento analisado e com as condições que o sujeito percebe ter para manifestar tal comportamento. Essas condições envolvem tanto a infraestrutura disponível para o indivíduo como aspectos relacionados com as suas habilidades. Desse modo, a interpretação desses resultados nos evidencia que o conhecimento dos professores investigados sobre o uso de AE e ASC no ensino de Física, a infraestrutura que eles dispõem, e as suas habilidades para manusearem as ferramentas que amparam o desenvolvimento dessas atividades são determinantes importantes da intenção deles em explorar essas atividades em suas práticas de ensino. Ainda que esses resultados sejam elucidativos, resta uma questão: que outros fatores explicam a variância das intenções comportamentais que não é explicada por tais modelos? Isso evidencia a necessidade de mais estudos que, assim como o presente, busquem aprofundar o entendimento dos motivos que levam os professores a utilizar ou não AE e ASC em suas aulas.

O estudo também identificou uma correlação moderada significativa entre a atitude dos respondentes em relação ao uso de AE no ensino de Física e o sexo dos respondentes, indicando que as mulheres participantes do estudo tiveram um sentimento mais favorável ao uso desse recurso do que os homens. Não temos uma hipótese para explicar essa correlação. Além disso, foi encontrada uma correlação moderada, também significativa, entre a idade dos respondentes e a intenção deles de usar ASC em suas aulas. Uma possível explicação para essa correlação pode estar associada ao fato de indivíduos mais jovens estarem mais habituados ao uso de computadores. Mais estudos são necessários para uma maior compreensão dessas correlações.

Autores têm argumentado que a pouca influência causada pelas propostas de reforma educacional no ensino de Ciências pode ser explicada, em parte, pelo fato de elas não considerarem as atitudes e os conhecimentos práticos dos professores (e. g., van Driel, Beijaard & Verloop, 2001; Choi & Ramsey, 2009). Tais pesquisadores ressaltam que esses conhecimentos, assim como as atitudes, são



influenciados pelas crenças dos indivíduos. Corroborando essas ideias, os resultados do nosso estudo, interpretados sob o ponto de vista da TCP, sugerem que intervenções que tenham como meta fazer chegar à sala de aula inovações didáticas que envolvam AE e ASC só serão bem sucedidas se levarem em consideração as crenças comportamentais e as atitudes dos professores em relação a elas. Mais especificamente, dependendo do caso, pode ser necessário que eles construam novas crenças, por meio do contato com novas informações ou situações que envolvam AE e ASC, ou ainda que modifiquem a intensidade de algumas outras, por meio de discussões que levem os professores a valorizarem mais as potencialidades desses recursos. Além disso, nossos dados indicam que é importante que os professores se sintam hábeis para conduzirem tais atividades, fomentando neles um alto controle comportamental percebido. Desse modo, nossos resultados sugerem também que as intervenções desenvolvidas para promover o uso de AE e ASC no ensino de Física devem provocar situações em que os docentes se habituem ao uso dos instrumentos e materiais e em que eles tomem conhecimento de alternativas para os casos em que não contam com tais objetos.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A TCP, por buscar explicar algo complexo como o comportamento humano, apresentou limitações, como era de se esperar. Certamente ela nunca conseguirá explicar em sua totalidade as intenções comportamentais, pois, assim como as teorias gerais utilizados em Física, a TCP ampara a construção de modelos que versam sobre um recorte do mundo real, ou seja, sobre uma representação esquemática idealizada e aproximada. Além disso, como em qualquer pesquisa em que se realizam medidas quantitativas, diferentes interpretações podem ser atribuídas às questões propostas nos questionários, o que acarreta imprecisões nos dados obtidos. Ainda assim, apesar das limitações desta investigação, conseguimos identificar relações importantes entre os conhecimentos de professores de Física, tanto teóricos como práticos, e suas intenções de usarem AE e ASC em suas aulas. Tais relações possibilitam que ampliemos nossa compreensão sobre os motivos que levam ou não professores de Física a se valerem desses recursos em suas aulas.

Para finalizar, salientamos que no presente trabalho nos restringimos à realização de estudos exploratórios e à elaboração de um questionário que pudesse servir como um instrumento útil para iniciativas que envolvam a adoção de AE e ASC por parte dos professores de Física. Seria desejável a realização de estudos de caso do tipo explanatório em que professores fossem observados em sua ação docente e, posteriormente, entrevistados com o intuito de avaliar as hipóteses aqui levantadas. Muito mais do que um estudo acabado, esperamos que esse trabalho sirva como um possível ponto de partida para que, num futuro próximo, metodologias diferenciadas cheguem de fato à sala de aula substituindo enfim o ensino tradicional, criticado por todos na teoria, mas ainda onipresente na prática.

## REFERÊNCIAS

- Ajzen, I. (1991a). *Attitudes, personality and behavior*. Bristol: Open University Press.
- Ajzen, I. (1991b). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211.
- Ajzen, I. (2006a). *Behavioral Interventions Based on the Theory of Planned Behavior*. Retrieved from <http://people.umass.edu/aizen/pdf/tpb.intervention.pdf>.
- Ajzen, I. (2006b). *Constructing a TpB Questionnaire: Conceptual and Methodological Considerations*. Retrieved from <http://people.umass.edu/aizen/pdf/tpb.measurement.pdf>.
- Choi, S.; Ramsey, J. (2009). Constructing elementary teachers' beliefs, attitudes, and practical knowledge through an inquiry-based elementary science course. *School Science and Mathematics*, 109(6), 313-324.
- de Jong, T.; Linn, M. C.; Zacharia, Z. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305-308.
- Dorneles, P. F. T.; Veit, E. A.; Araujo, I. S. (2012). Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de Eletromagnetismo em Física geral. *Ciência & Educação*, 18(1), 99-122.
- Galiazzi, M. C.; Rocha, J. M. B.; Schmitz, L. C.; Souza, M. L.; Giesta, S.; Gonçalves, F. P. (2001). Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. *Ciência & Educação*, 7(2), 249-263.
- Gil Pérez, D.; Furió Más, C.; Valdés, P.; Salinas, J.; Martínez-Torregrosa, J.; Guisasaola, J.; González, E.; Dumas-Carré, A.; Goffard, M.; Pessoa de Carvalho, A. M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.
- Heidemann, L. A.; Araujo, I. S.; Veit, E. A. (2012). Um referencial teórico-metodológico para o desenvolvimento de pesquisas sobre atitude: a Teoria do Comportamento Planejado de Icek Ajzen. *Revista Electronica de Investigacion en Educacion en Ciencias*, 7(1), 22-31.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Hofstein, A.; Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Medeiros, A.; Medeiros, C. F. (2002). Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 24(2), 77 - 86.
- Olympiou, G.; Zacharia, Z. (2012). Blending physical and virtual manipulatives: an effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. *Science Education*, 96(1), 21-47.
- Saraiva-Neves, M.; Caballero, C.; Moreira, M. A. (2006). Repensando o papel do trabalho experimental na aprendizagem da física em sala de aula – um estudo



exploratório. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(3), 383-401.

Trumper, R. (2003). The physics laboratory – A historical overview and future perspectives. *Science Education*, 12(7), 645-670.

van Driel, J. H.; Beijaard, D.; Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: the role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137–158.

## APÊNDICE A

### Questionário para pesquisa sobre o uso de simulações computacionais e de atividades experimentais para fins didáticos em Física

O objetivo deste questionário é obter um panorama das opiniões dos professores da Educação Básica sobre o uso de simulações computacionais e experimentos didáticos no ensino de Física. Para isso, contamos com sua colaboração.

O termo “atividade experimental” será empregado para atividades em que os alunos manuseiam diretamente um experimento real em pequenos grupos. Não estamos abarcando nesta expressão demonstrações experimentais feitas pelo professor. Do mesmo modo, o termo “uso de simulações computacionais” é empregado para atividades em que os alunos interagem com uma simulação computacional individualmente ou em pequenos grupos, não para demonstrações feitas pelo professor com um projetor multimídia, por exemplo.

#### 1) Sobre você

1.1) Qual o seu sexo?

- ☐ Masculino  
☐ Feminino

1.2) Qual a sua idade?

1.3) Qual o seu mais alto grau de escolaridade concluído visto que só se pode optar por uma alternativa?

- ☐ Ensino médio  
☐ Ensino superior  
☐ Ensino técnico-profissionalizante  
☐ Especialização  
☐ Mestrado  
☐ Doutorado

1.4) Em quais níveis você ministra suas aulas?

- ☐ Ensino médio  
☐ Ensino superior  
☐ Ensino técnico-profissionalizante  
☐ Especialização  
☐ Mestrado  
☐ Doutorado

1.5) Em que tipo de instituição você trabalha atualmente?

- ☐ Privada  
☐ Pública Municipal  
☐ Pública Estadual  
☐ Pública Federal

1.6) Você leciona há quantos anos?

#### 2) Sobre o uso de atividades experimentais para fins didáticos em Física

2.1) As afirmativas abaixo se referem a VANTAGENS ou LIMITAÇÕES comumente atribuídas ao uso de ATIVIDADES EXPERIMENTAIS no ensino de Física. Marque a alternativa que melhor expressa seu nível de concordância.

	<i>Concordo Fortemente</i>	<i>Concordo</i>	<i>Indeciso ou sem opinião</i>	<i>Discordo</i>	<i>Discordo Fortemente</i>
2.1.1) Auxiliam no processo de formação de conceitos, de desenvolvimento do raciocínio e de compreensão dos fenômenos físicos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.1.2) Possibilitam a visualização dos fenômenos físicos macroscópicos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.1.3) Promovem o trabalho colaborativo entre os alunos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.1.4) Estimulam a participação ativa dos alunos por meio da interação deles com os materiais concretos envolvidos nos fenômenos físicos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.1.5) Apesar das potencialidades, fazem com que os alunos dispersem demais sua atenção em sala de aula.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.1.6) Influenciam a atitude dos alunos, promovendo o engajamento deles nas atividades propostas nas aulas de Física.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2.2) As perguntas abaixo estão relacionadas com as condições de que você dispõe para o uso de ATIVIDADE EXPERIMENTAIS nas suas aulas. Elas estão dispostas em pares: uma referente a uma característica da principal instituição onde você ministra suas aulas e outra referente ao quanto essa característica influencia nas suas decisões de usar ou não atividades experimentais em suas aulas. Marque a alternativa que melhor se adequa as suas condições.

	<i>Concordo Fortemente</i>	<i>Concordo</i>	<i>Indeciso ou sem opinião</i>	<i>Discordo</i>	<i>Discordo Fortemente</i>
2.2.1) Necessito de muito tempo para preparar uma boa atividade experimental.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.2.2) Deixo de realizar atividades experimentais em função do pouco tempo que disponho para realizá-las.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.2.3) Atividades experimentais exigem muito tempo das minhas aulas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.2.4) Deixo de realizar atividades experimentais em função da pequena carga horária destinada para as aulas de Física na principal escola onde leciono.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.2.5) Na principal escola onde ministro minhas aulas tenho à disposição boas condições de infraestrutura (bom laboratório de Física, bons equipamentos, etc.) para a realização de atividades experimentais.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.2.6) A infraestrutura do laboratório de Física da escola onde leciono é determinante da promoção ou não de atividades experimentais nas minhas aulas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.2.7) Na principal escola onde ministro minhas aulas tenho à disposição materiais e equipamentos adequados para a realização de atividades experimentais.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.2.8) A disponibilidade de materiais e equipamentos adequados para a execução de atividades experimentais na escola onde leciono é determinante da promoção ou não de atividades experimentais nas minhas aulas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- 2.2.9) Sinto-me preparado para conduzir boas atividade experimentais. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- 2.2.10) Deixo de realizar atividades experimentais por não me sentir preparado para utilizar tal recurso. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- 2.2.11) As turmas da principal escola onde leciono minhas aulas são muito numerosas. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- 2.2.12) A quantidade de alunos das turmas é determinante para minha decisão de promover ou não uma atividade experimental. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

2.3) Nos itens abaixo, marque a postura adotada pelos sujeitos indicados quanto ao uso de ATIVIDADES EXPERIMENTAIS nas aulas que você ministra. Caso você não use simulações computacionais em suas aulas, deixe esta questão em branco.

- |  | <i>Aprovam completamente</i> | <i>Aprovam</i>        | <i>Neutra</i>         | <i>Desaprovam</i>     | <i>Desaprovam completamente</i> |
|--|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 2.3.1) Diretor(a) da sua instituição de ensino | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           |
| 2.3.2) Seus alunos                             | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           |
| 2.3.3) Seus colegas professores                | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           |
| 2.3.4) Pais dos seus alunos                    | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>           |

2.4) Você utilizará ATIVIDADES EXPERIMENTAIS em suas próximas aulas?

Pouco provavelmente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito provavelmente

### 3) Sobre o uso de simulações computacionais para fins didáticos em Física

3.1) As afirmativas abaixo se referem a VANTAGENS ou LIMITAÇÕES comumente atribuídas ao uso de SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS no ensino de Física. Marque a alternativa que melhor expressa o seu nível de concordância.

- |  | <i>Concordo Fortemente</i> | <i>Concordo</i>       | <i>Indeciso ou sem opinião</i> | <i>Discordo</i>       | <i>Discordo Fortemente</i> |
|--|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 3.1.1) Auxiliam no processo de formação de conceitos, de desenvolvimento do raciocínio e de compreensão dos fenômenos físicos. | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>      |
| 3.1.2) Favorecem o trabalho colaborativo entre os alunos.  | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>      |
| 3.1.3) Permitem que o aluno teste hipóteses.   | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>      |
| 3.1.4) Influenciam a atitude dos alunos, promovendo o engajamento deles nas atividades propostas nas aulas de Física.          | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>      |
| 3.1.5) Possibilitam a visualização de uma representação dos fenômenos físicos.   | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>      |
| 3.1.6) Promovem a interação do aluno com representações dos fenômenos físicos.   | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>      |

3.2) As perguntas abaixo estão relacionadas com as condições de que você dispõe para o uso de SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS nas suas aulas. De forma semelhante às afirmativas da questão anterior, elas estão dispostas em pares. Marque a alternativa que melhor se adequa as suas condições.

	<i>Concordo Fortemente</i>	<i>Concordo</i>	<i>Indeciso ou sem opinião</i>	<i>Discordo</i>	<i>Discordo Fortemente</i>
3.2.1) Na principal escola onde ministro minhas aulas tenho à disposição boas condições de infraestrutura (bom laboratório de informática, boa banda larga, bons computadores, etc.) para a realização de atividades baseadas em simulações computacionais.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.2.2) A infraestrutura do laboratório de informática da escola onde leciono é determinante da promoção ou não de atividades baseadas em simulações computacionais nas minhas aulas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.2.3) As turmas da principal escola onde leciono minhas aulas são muito numerosas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.2.4) O quantidade de alunos das turmas é determinante para minha decisão de promover ou não uma atividade baseada em simulações computacionais.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.2.5) Tenho dificuldade para encontrar simulações computacionais para utilizar em minhas aulas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.2.6) A dificuldade em encontrar boas simulações computacionais dificulta a realização de atividades baseadas em simulações computacionais.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.2.7) Me sinto preparado para conduzir boas atividade baseadas em simulações computacionais.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.2.8) Deixo de realizar atividades com simulações computacionais por não me sentir preparado para utilizar tal recurso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.2.9) Atividades baseadas em simulações computacionais exigem muito tempo das minhas aulas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.2.10) Deixo de realizar atividades baseadas em simulações computacionais em função da pequena carga horária destinada para as aulas de Física na principal escola onde leciono ser insuficiente para isso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.2.11) Necessito de muito tempo para preparar um boa atividade utilizando simulações computacionais.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.2.12) Deixo de realizar atividades baseadas em simulações computacionais em função do pouco tempo que disponho para realizá-las.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3.3) Nos itens abaixo, marque a postura adotada pelos sujeitos indicados quanto ao uso de SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS nas aulas que você ministra. Caso você não use simulações computacionais em suas aulas, deixe esta questão em branco.

	<i>Aprovam completamente</i>	<i>Aprovam</i>	<i>Neutra</i>	<i>Desaprovam</i>	<i>Desaprovam completamente</i>
3.3.1) Diretor(a) da sua instituição de ensino	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.3.2) Seus alunos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- 3.3.3) Seus colegas professores ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- 3.3.4) Pais dos seus alunos ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

3.4) Você utilizará SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS em suas próximas aulas?

Pouco provavelmente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito provavelmente

#### 4) Sobre o ensino de Física

4.1) As afirmativas abaixo apresentam alguns aspectos relacionados ao ensino de Física. Marque a alternativa que melhor expressa sua opinião sobre o nível de importância de cada um desses aspectos para o processo de ensino-aprendizagem de Física.

	<i>Fundamental</i>	<i>Muito importante</i>	<i>Importante</i>	<i>Pouco importante</i>	<i>Desnecessário</i>
4.1.1) O processo de formação dos conceitos, de desenvolvimento do raciocínio e de compreensão dos fenômenos físicos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.1.2) A visualização dos fenômenos físicos macroscópicos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.1.3) O trabalho colaborativo entre os alunos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.1.4) A participação ativa dos alunos por meio da interação deles com os materiais concretos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.1.5) O engajamento dos alunos nas atividades.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.1.6) A atenção dos alunos durante as atividades.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.1.7) O teste de hipóteses.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.1.8) A interação dos alunos com representações dos fenômenos físicos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.1.9) A visualização de representações de fenômenos físicos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4.2) Nos itens abaixo, indique o quanto a opinião dos sujeitos apresentados influencia nas suas decisões nas aulas que você ministra.

	<i>Influenciam muito</i>	<i>Influenciam razoavelmente</i>	<i>Influenciam pouco</i>	<i>Não influenciam</i>
4.2.1) Diretor(a) da sua instituição de ensino	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.2.2) Seus alunos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.2.3) Seus colegas professores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.2.4) Pais dos seus alunos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## APÊNDICE B

Neste Apêndice, destacaremos como são aferidas a atitude, a norma subjetiva e o controle comportamental percebido em relação ao uso de AE e ASC no ensino de Física por meio de dados coletados com o questionário apresentado no Apêndice A. As intenções comportamentais dos respondentes de usar AE e ASC foram medidas, respectivamente, por meio das questões 2.4 e 3.4 do questionário.

### *Aferição da atitude*

Com o questionário apresentado no Apêndice A, a atitude ( $A$ ) é aferida pelo somatório, sobre todas as  $N$  crenças comportamentais, do produto da intensidade da crença ( $b_i$ ) pela avaliação das consequências decorrentes dela ( $e_i$ ), ou seja, pela equação:

$$A \propto \sum_{i=1}^N b_i \cdot e_i \quad .$$

No questionário que confeccionamos, informações sobre as intensidades das crenças comportamentais a respeito do uso de AE (ASC) no ensino de Física são coletadas com as questões propostas na seção 2.1 (seção 3.1), enquanto a avaliação das consequências dessas crenças constam na seção 4.1. Dessa forma, para as AE, a mensuração da atitude pode ser escrita como:

$$A_{AE} = (2.1.1).(4.1.1) + (2.1.2).(4.1.2) + (2.1.3).(4.1.3) + (2.1.4).(4.1.4) - (2.1.5).(4.1.6) + (2.1.6).(4.1.5) \quad . \quad (B.1)$$

Os índices entre parênteses designam as questões cujas respostas deverão ser consideradas. No cômputo do resultado final, esses índices devem ser substituídos pelos valores relativos às respostas indicadas pelos respondentes às questões, ou seja, deve-se substituir as respostas “discordo fortemente”, “discordo”, “indeciso ou sem opinião”, “concordo”, e “concordo fortemente” pelos valores 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente. O sinal negativo antes da intensidade da crença comportamental 2.1.5 se deve ao fato que essa crença está relacionada a um sentimento desfavorável ao uso de AE no ensino de Física.

Para as ASC, a equação pode ser reescrita como:

$$A_{ASC} = (3.1.1).(4.1.1) + (3.1.2).(4.1.3) + (3.1.3).(4.1.7) + (3.1.4).(4.1.5) + (3.1.5).(4.1.9) + (3.1.6).(4.1.8) \quad . \quad (B.2)$$

Igualmente aqui, como nas demais equações deste Apêndice, os índices entre parênteses designam as questões cujas respostas deverão ser consideradas e, no cômputo do resultado final, esses índices devem ser substituídos pelos valores relativos às respostas indicadas pelos respondentes às questões.

### *Aferição da norma subjetiva*

A norma subjetiva ( $NS$ ), segundo a TCP, deve ser mensurada pelo somatório sobre as  $N$  crenças normativas do produto da intensidade da crença normativa ( $b_i$ ) pela motivação da pessoa para considerá-la ( $m_i$ ), ou seja, por meio da equação:

$$NS \propto \sum_{i=1}^N b_i \cdot m_i \quad .$$

No questionário que confeccionamos, informações sobre as intensidades das crenças normativas a respeito do uso de AE (ASC) no ensino de Física são coletadas com as questões propostas na seção 2.3 (seção 3.3), enquanto as motivações dos indivíduos para considerá-las constam na seção 4.2. Dessa forma, para as AE, a norma subjetiva pode ser mensurada por:

$$NS_{AE} = (2.3.1).(4.2.1) + (2.3.2).(4.2.2) + (2.3.3).(4.2.3) + (2.3.4).(4.2.4) \quad . \quad (B.3)$$

Para as ASC, a equação é reescrita como:



$$NS_{ASC} = (3.3.1).(4.2.1) + (3.3.2).(4.2.2) + (3.3.3).(4.2.3) + (3.3.4).(4.2.4) . \quad (B.4)$$

No presente caso os índices se referem às intensidades das crenças normativas, cujos níveis "desaprovam completamente", "desaprovam", "neutra", "aprovam", e "aprovam completamente" devem ser substituídos pelos valores 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente, e para os as motivações para considerá-las, os níveis "não influenciam", "influenciam pouco", "influenciam razoavelmente", e "influenciam muito" devem ser substituídos pelos valores 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

#### *Aferição do controle comportamental percebido*

A mensuração do controle comportamental percebido (CCP) dos respondentes tanto em relação ao desenvolvimento de AE como de ASC, foi realizada por meio do somatório sobre as  $N$  crenças de controle do produto da intensidade da crença de controle ( $b_i$ ) pela potência percebida para facilitar ou inibir o uso de AE ou ASC no ensino de Física ( $p_i$ ), ou seja, pela equação:

$$CCP \propto \sum_{i=1}^N b_i \cdot p_i .$$

No questionário que confeccionamos, as questões desenvolvidas com o intuito de medir o CCP sobre o uso de AE (ASC) são apresentadas em pares na seção 2.2 (3.2), sendo as primeiras relacionadas à intensidade das crenças de controle e as segundas relacionadas à potência delas para inibir ou não o uso de AE (ASC) nas aulas dos respondentes. Portanto, as questões que foram desenvolvidas com o intuito de coletar as intensidades das crenças de controle frente ao uso de AE (ASC) no ensino de Física são 2.2.1, 2.2.3, 2.2.5, 2.2.7, 2.2.9 e 2.2.11 (3.2.1, 3.2.3, 3.2.5, 3.2.7, 3.2.9 e 3.2.11), enquanto que as potências percebidas pelos indivíduos são medidas por meio das questões 2.2.2, 2.2.4, 2.2.6, 2.2.8, 2.2.10 e 2.2.12 (3.2.2, 3.2.4, 3.2.6, 3.2.8, 3.2.10 e 3.2.12).

Dessa forma, para as AE, o controle comportamental percebido pode ser mensurado por:

$$CCP_{AE} = - (2.2.1).(2.2.2) - (2.2.3).(2.2.4) + (2.2.5).(2.2.6) + (2.2.7).(2.2.8) + (2.2.9).(2.2.10) - (2.2.11).(2.2.12) . \quad (B.5)$$

Para as ASC, a equação é reescrita como:

$$CCP_{ASC} = (3.2.1).(3.2.2) - (3.2.3).(3.2.4) - (3.2.5).(3.2.6) + (3.2.7).(3.2.8) - (3.2.9).(3.2.10) - (3.2.11).(3.2.12) . \quad (B.6)$$

Os sinais negativos inseridos nas equações indicam crenças de controle que inibem o uso de AE ou ASC no ensino de Física.

**Leonardo Albuquerque Heidemann**

É licenciado em Física pelo Instituto de Física (IF) da Universidade Federal do Rio Grande Sul (UFRGS), Brasil. Possui mestrado acadêmico em ensino de Física pelo IF-UFRGS e atualmente é doutorando em ensino de Física pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do IF-UFRGS. Dedicar-se à pesquisa em ensino de Física, com ênfase no desenvolvimento de subsídios teóricos e metodológicos para a realização de atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica no ensino de Física, assim como para o uso de tecnologias de informação e comunicação no ensino de Física.