

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

INSTITUTO DE FÍSICA

INSTITUTO DE QUÍMICA

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

VANESSA SANCHES PEREIRA DA SILVA

Objetos de aprendizagem: limitações funcionais no ensino médio e aplicabilidade no ensino de Física sob uma perspectiva vigotskiana.

São Paulo

2014

VANESSA SANCHES PEREIRA DA SILVA

Objetos de aprendizagem: limitações funcionais no ensino médio e aplicabilidade no ensino de Física sob uma perspectiva vigotskiana.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, para a obtenção de título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Física

Orientador Prof. Dr. Alberto Gaspar

São Paulo
2014

Autorizo reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Silva, Vanessa Sanches Pereira da

Objetos de aprendizagem: limitações funcionais no ensino médio e aplicabilidade no ensino de Física sob uma perspectiva vigotskiana. São Paulo, 2014.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Gaspar

Área de Concentração: Ensino de Física

Unitermos: 1. Física – Estudo e ensino; 2. Didática; 3. Tecnologia educacional; 4. Computador no ensino.

USP/IF/SBI-052/2014

DEDICATÓRIA

A Deus que me proporcionou sabedoria, perseverança e ânimo durante a elaboração deste meu trabalho. Ao meu amado esposo que esteve do meu lado me incentivando e apoiando, com a certeza de que tudo daria certo. Aos meus pais que me ensinaram a sempre dar o melhor de mim, por todo o amor e por terem me preparado tão bem para enfrentar com autonomia as tempestades da vida. E aos professores que compartilharam comigo suas valiosas experiências no ensino.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Alberto Gaspar cujo trabalho foi capaz de abrir espaço na minha mente para uma compreensão mais clara da teoria vigotskiana e cujas correções foram essenciais para melhorar a redação do meu trabalho.

À direção e coordenação da escola estadual Prof^a Hermínia Silva de Mesquita, e a todos seus professores e amigos que me apoiaram e me incentivaram durante as tentativas de aplicação e avaliação do uso dos objetos de aprendizagem nas aulas de Física e durante meus primeiros anos de formada, me ajudando na batalha da vida docente e eliminando da minha mente antigos preconceitos.

Aos colegas mestrandos e doutorandos do Programa Interunidades em Ensino de Ciências que colaboraram na validação do questionário voltado aos professores.

E a todos os professores, coordenadores, amigos e colegas que colaboraram comigo divulgando e/ou participando da minha pesquisa, sem isso minhas experiências não teriam ganhado força de argumentação e com certeza este trabalho não teria sido concluído.

Quando acompanhamos a história das grandes invenções, das grandes descobertas, quase sempre é possível notar que elas surgiram como resultado de uma imensa experiência anterior acumulada. A imaginação origina-se exatamente desse acúmulo de experiência. Sendo as demais circunstâncias as mesmas, quanto mais rica é a experiência, mais rica também deve ser a imaginação.

L.S. Vigotski

RESUMO

SILVA, V. S. P. **Objetos de aprendizagem: limitações funcionais no ensino médio e aplicabilidade no ensino de Física sob uma perspectiva vigotskiana.** 2014. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

Neste trabalho fazemos uma revisão das novas tecnologias da informação e comunicação (TIC), definindo o que são Objetos de Aprendizagem (OA) e como eles têm sido utilizados no ensino de Física. Revisamos ainda o trabalho de Vigotski buscando indicações de sua teoria educacional para investigar a aplicabilidade de atividades didáticas em ensino de Física que lancem mão de OA no ensino médio. Elaboramos um instrumento de pesquisa voltado para professores do ensino médio para avaliar seu efetivo uso nas escolas públicas e privadas brasileiras e as limitações funcionais por eles identificadas ao utilizarem esses recursos computacionais. Com base na literatura, e sob uma ótica vigotskiana, aplicamos algumas atividades com OA pré-selecionados e avaliamos com outro instrumento de pesquisa a opinião dos alunos quanto ao seu uso para o ensino de Física. Nosso trabalho pôde corroborar a boa aceitação por parte dos alunos com relação ao seu uso, já divulgada na literatura e também por parte dos professores, mas mostrou que para além das limitações de uso dos OA, especialmente das simulações computacionais, destacadas na literatura e relacionadas às limitações cognitivas que elas podem trazer quando utilizadas de maneira indiscriminada, existem problemas mais profundos de natureza funcional que têm limitado a disseminação de seu uso efetivo pelo corpo docente.

Palavras-chave: Objetos de aprendizagem, simulação computacional, ensino de Física, teoria vigotskiana.

ABSTRACT

SILVA, V. S. P. **Learning objects: functional limitations in high school and applicability in the teaching of Physics under a vygotskian perspective.** 2014. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

In this paper we review the new information and communication technologies (ICT), defining what are Learning Objects (LO) and how they have been used in teaching physics. Also reviewed the work of Vygotsky seeking indications of his educational theory to investigate the applicability of learning activities in teaching Physics that use OA in high school. We developed a survey instrument designed for teachers of high school to evaluate its effective use in Brazilian public and private schools and the functional limitations identified by them when they use these computing resources. Based on the literature, and under a vygotskian perspective, we apply some activities with pre-selected LO and evaluated with other research instrument the student's opinions about their use for teaching physics. Our study could support the good acceptance from the students with respect to their use, as reported in the literature and also by teachers, but showed that in addition to limitations of the LO's use, especially of computer simulations, highlighted in the literature and related to cognitive limitations that they can bring when used indiscriminately, there are deeper problems of functional nature that have limited the spread of its effective use by teaching staff.

Keywords: learning objects, computer simulation, physics teaching, vygotskian theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Blocos para o estudo da formação de conceitos (método Sákharov); os blocos A são azuis; B, brancos; M, vermelhos ou marrons; N, pretos e V, verdes.	41
Figura 2 - Placa de teste do OA de circuitos elétricos onde o circuito fechado é montado com os componentes genéricos.	59
Figura 3 - Página onde os dispositivos elétricos são colocados e testados no OA de circuitos elétricos.....	59
Figura 4 - Menu principal do OA Geradores e Motores elétricos, evidenciando suas diversas páginas.	60
Figura 5 - Montagem do motor elétrico do OA Geradores e Motores elétricos, revelando a posição pré-determinada de seus componentes.	61
Figura 6 - OA da Câmara escura: manipulação do parâmetro tamanho do orifício.....	62
Figura 7 - Tutorial do OA da Câmara escura.	62
Figura 8 - OA Cores: simulação do método subtrativo de mistura de cores.....	63
Figura 9 - OA Cores: simulação do método aditivo de mistura de cores.....	64
Figura 10 - Pasta com arquivos de um OA sobre ímãs do BIOE com 63 itens e sem indicação de qual deve ser aberto para acessar corretamente o recurso.	68
Figura 11 - OA Skate e energia previsto para o primeiro encontro do minicurso Física Virtual.....	98
Figura 12 - OA Corrida de Fórmula 1 previsto para o terceiro encontro do minicurso Física Virtual.....	99
Figura 13 - OA Ímãs e Bússolas previsto para o quinto encontro do minicurso Física Virtual.	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Identificação dos artigos sobre TIC e o ensino de Física utilizados na nossa revisão bibliográfica.....	22
Tabela 2 - Revisão dos artigos que relacionam uso das novas TIC e o ensino de Física, conforme identificação atribuída na Tabela 1.	25
Tabela 3 - Comparação do percentual de acerto da solução de testes utilizando conceitos espontâneos e científicos apresentado por Vigotski (2009, p. 243).	47
Tabela 4 - Endereço eletrônico dos OA escolhidos e sua relação com os conteúdos gerais do Currículo do Estado de São Paulo.	57
Tabela 2 - Questões da primeira parte do questionário dos alunos elaboradas como afirmativas para serem por eles avaliadas em uma escala Likert de cinco níveis.	74
Tabela 5 - Projetos citados pelos respondentes do questionário dos quais eles procuram por OA.	85
Tabela 6 - Análise das respostas à questão 9: “Valeu a pena utilizar esses recursos virtuais? Por quê?	92
Tabela 7 - Dados absolutos da frequência de uso dos OA de dois subgrupos: professores de Física e de demais disciplinas, dando destaque a distribuição proporcional das subamostras quanto ao tipo de instituição que atuam.	96
Tabela 8 - Estrutura do minicurso Física Virtual.....	97
Tabela 9 - Apresentação dos dados do questionário dos alunos sobre a atividade com os OA. Nas colunas nos referimos às questões, e nas linhas identificamos os alunos respondentes.	103
Tabela 10 - Apresentação dos dados do questionário dos alunos sobre a atividade com os OA, com a identificação dos grupos de alunos menos e mais favoráveis a seu uso e as questões mais bem e mais mal avaliadas.....	105
Tabela 11 - Critérios de confiabilidade estimada pelos valores do coeficiente α de Cronbach.	107

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição do número absoluto de respondentes excluídos da pesquisa pelos motivos assinalados.	80
Gráfico 2 - Frequência de uso dos OA dentre o total de respondentes.....	80
Gráfico 3 - Frequência de uso de OA em escolas privadas.	81
Gráfico 4 - Frequência de uso de OA em escolas públicas.	81
Gráfico 5 - Utilização de OA por professores que lecionam em escolas públicas e privadas.	81
Gráfico 6 - Distribuição percentual, entre os professores que já utilizaram um OA pelo menos uma vez, dos meios de procura por OA, conforme quarta questão do questionário.	84
Gráfico 7 - Distribuição percentual das motivações que levam os professores a utilizar OA em suas aulas.	86
Gráfico 8 - Distribuição percentual das dificuldades encontradas pelos professores ao utilizarem OA.	87
Gráfico 9 - Distribuição percentual de acordo com a metodologia empregada na utilização do OA.	92
Gráfico 10 - Perfil dos respondentes de acordo com a disciplina que ministram.....	94
Gráfico 11 - Frequência de uso de OA comparativa entre os professores de Física e das demais disciplinas.....	95
Gráfico 12 - Frequência de uso de OA comparativa entre os professores de Física e das demais disciplinas, a partir de subamostras proporcionais quanto ao perfil de instituição de atuação.	96

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO - TIC	15
2.1. O que chamamos de TIC	15
2.2. Objetos de aprendizagem	16
2.2.1. Um pouco de história e definições.	16
2.2.2. Características dos OA.	18
2.3. TIC e o ensino de Física.....	20
3. REFERENCIAL TEÓRICO - REVISÃO DO LEGADO DE VIGOTSKI	34
3.1. A relação entre pensamento e linguagem	34
3.1.1. Introdução.....	34
3.1.2. Análise crítica da teoria de Piaget, segundo Vigotski.....	35
3.1.3. Estudo da história evolutiva do pensamento e da linguagem humanos.	37
3.2. O estudo sobre a formação de conceitos.....	39
3.3. O estudo sobre formação de conceitos científicos na infância	44
4. PROJETO DE PESQUISA INICIAL	53
4.1. Motivação inicial	53
4.2. Questões que se descortinavam a partir das motivações iniciais.....	54
4.3. Descrição do projeto inicial.	55
4.3.1. Escolha dos Objetos de Aprendizagem.....	56
4.3.2. Tentativas de utilização dos OA do projeto inicial.	65
4.3.3. Resultados preliminares do projeto inicial.	67
5. PROJETO DE PESQUISA FINAL	71
5.1. Descrição do projeto final.....	71
5.2. Elaboração dos instrumentos de tomada de dados.....	72
5.2.1. Questionário para conhecer a opinião dos alunos sobre a atividade com o OA.	73
5.2.2. Questionário do corpo docente sobre sua experiência com uso de OA na sala de aula	76
5.3. Apresentação e discussão dos resultados.....	78
5.3.1. Os professores e os OA	78
5.3.2. Alunos e os OA	97
6. CONCLUSÕES	110
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

ANEXO A: QUESTIONÁRIO DA OPINIÃO DOS ALUNOS SOBRE A ATIVIDADE COM O OA.	123
ANEXO B: QUESTIONÁRIO DIRIGIDO AOS PROFESSORES SOBRE A UTILIZAÇÃO DE OA EM SUAS AULAS.	124
ANEXO C: TRANSCRIÇÃO DAS RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS DO QUESTIONÁRIO DIRIGIDO AOS PROFESSORES	127
ANEXO D: ROTEIRO DAS ATIVIDADES APLICADAS COM OS ALUNOS.....	141
ANEXO E: TRANSCRIÇÃO DAS RESPOSTAS DA SEGUNDA PARTE DO QUESTIONÁRIO DOS DISCENTES	150

1. INTRODUÇÃO

A discussão acerca do uso de novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na educação tem sido vastamente difundida nas pesquisas em ensino de ciências de diferentes formas, seja relacionada à educação à distância (ALMEIDA, 2003), seja enfatizando os recursos possibilitados pela internet (MORAN, 1997), ou pela utilização de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) também em cursos presenciais (MORAES, 2011), ou por meio de Objetos de Aprendizagem (OA), que estão sendo cada vez mais otimizados (SILVA, GERMANO, MARIANO, 2011; SILVA, CAFÉ, CATAPAN, 2010 e SOUZA, et al., 2007).

Não é preciso olhar na literatura para perceber que vivemos em um mundo cheio de recursos audiovisuais e computacionais que favorecem e disseminam de forma cada vez mais rápida a informação e comunicação, oferecendo diversas possibilidades de recursos digitais e virtuais com o fim de facilitar a vida pessoal e social das pessoas como um todo.

Parece-nos evidente que o impacto dessa revolução tecnológica não é igual nas diversas esferas sociais e não atinge todas as pessoas, mas não podemos negar que ele existe, tanto que, conforme destacamos anteriormente, tem havido um contínuo debate na literatura de como educar nesse novo contexto de busca constante por inovações.

Acreditando que no contexto atual a pesquisa na área de inserção das novas TIC no cenário educacional, principalmente vinculadas ao ensino de Ciências e da Física, possui grande importância no despertar do interesse e da motivação dos alunos nas aulas dessas disciplinas, conforme apontam Heckler, Saraiva e Filho (2007), e sabendo que são inúmeras as possibilidades e formas de TIC, escolhemos analisar especificamente o impacto do uso de OA, do tipo simulação/animação livremente disponíveis em alguns repositórios na internet para uso do professor.

Os principais repositórios utilizados para a pesquisa por OA foram o da Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED)¹, projeto que nasceu em 1997 por meio de uma parceria entre Brasil e Estados Unidos para desenvolvimento de tecnologia de uso pedagógico, e do Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE)², criado mais recentemente, em 2008, pelo Ministério da Educação. O principal motivo para nos basearmos nesses bancos de OA foi a facilidade de pesquisa e gratuidade de se obter simuladores e

¹ A página inicial do RIVED se encontra no endereço <<http://rived.mec.gov.br>>. Último acesso: 29/07/12

² Acesse o BIOE pelo endereço <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>>. Último acesso: 29/07/12.

animações de forma segura e legal que, portanto, poderiam ser utilizados pelos professores em geral.

Nossa pesquisa se focou na procura, escolha e análise de OA na disciplina de Física, mas conforme se verá no Capítulo 5, estendemos nossa coleta de dados sobre o uso de OA por professores de todas as disciplinas no nível médio de ensino. Isso se fez necessário para que fosse possível tabular dados suficientes que pudessem fornecer resultados, mesmo que preliminares, passíveis de uma análise quantitativa.

No próximo capítulo iremos apresentar mais claramente o que são as TIC e de que forma a literatura tem apontado para sua utilização no ensino de Física, bem como especificamente o que são os OA e quais tipos de OA escolhemos analisar no nosso trabalho. Além disso, com base em dois artigos revisionais sobre o uso de TIC no ensino de Física, traçamos um panorama geral da pesquisa nessa área, procurando avaliar os artigos da mesma linha de aplicação que sugerida em nosso trabalho. A partir dessa análise, destacamos três tipos de recursos computacionais voltados ao ensino de Física: a simulação computacional, a modelagem computacional e as hipermídias. Apesar de o nosso foco ter sido encontrar OA constituídos de simulações, devido ao nosso referencial teórico adotado, dois deles se constituem de hipermídias que podem trazer em sua estrutura interna as simulações.

No terceiro capítulo, apresentamos uma síntese da obra de maior destaque do referencial teórico adotado, “A construção do pensamento e da linguagem” de Vigotski (2009), buscando indicações pedagógicas para a compreensão de atividades envolvendo o uso de OA, que se mostraram relevantes para processo de aprendizagem, e puderam ser identificados através dos instrumentos de pesquisa por nós desenvolvidos.

Depois, no capítulo quatro, apresentamos o nosso projeto inicial de pesquisa, nossas motivações iniciais, questões da pesquisa e a descrição dos OA escolhidos para utilização em sala de aula, incluindo os resultados preliminares dessa primeira fase que nos levaram a reformular algumas de nossas ações culminando no projeto de pesquisa final, apresentado no quinto capítulo, em que é feita uma descrição detalhada do que foi realizado, de como foram criados os instrumentos de avaliação aqui utilizados, seguida da discussão dos resultados finais e das conclusões que emergiram da nossa pesquisa.

Para finalizar no sexto capítulo concluímos nosso trabalho, resumindo os nossos resultados e pontuando suas limitações, avaliando o que julgamos terem sido os pontos fortes e fracos da nossa pesquisa, principalmente com relação aos instrumentos de avaliação utilizados e sua forma de coleta de dados, indicando os caminhos para futuras investigações

que nos parecem necessárias para que possam ser construídas conclusões mais sólidas sobre o uso de OA como recurso eficaz ao trabalho do professor.

2. TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO - TIC

2.1. O que chamamos de TIC

Uma das definições mais aceitas encontradas na literatura considera as Tecnologias da Informação e Comunicação como um “conjunto diversificado de ferramentas tecnológicas e recursos usados para se comunicar, e para criar, difundir, armazenar e gerenciar informações”³ (BLURTON, 2002, apud TINIO, 2003), outra, sugerida por Miranda (2007) as considera como a associação da tecnologia computacional ou informática com a tecnologia das telecomunicações.

O uso do termo TIC está difundido em muitos trabalhos na área de educação, apesar de não ter *a priori* relação com ela. Quando as TIC são utilizadas com finalidades educacionais, como é muito comum de se encontrar na literatura atual, pode-se dizer que ela se constitui em um subconjunto do que se denomina Tecnologia Educativa (MIRANDA, 2007).

A Tecnologia Educativa (TE) não se restringe às técnicas e instrumentos tecnológicos que podem ser utilizados no ensino, mas em linhas gerais abrange “a teoria e prática do planejamento, desenvolvimento, utilização, gestão e avaliação dos processos e recursos da aprendizagem”⁴ (THOMPSON, SIMONSON, HARGRAVE, 1996, apud MIRANDA, 2007, p. 42). Como no nosso trabalho utilizamos as TIC como recurso voltado para a aprendizagem, podemos afirmar que, utilizadas dessa maneira, as TIC podem também ser entendidas como um tipo de TE.

Existe, por sua vez, uma gama de TIC utilizadas como TE, o computador, por exemplo, vem sendo utilizado de várias formas, seis delas em sala de aula para o ensino de ciências são apontadas por Giordan (2005): a linguagem de programação, os sistemas tutoriais, como caixas de ferramentas, simulações e animações, como comunicação mediada por computador, e interações na sala de aula com a presença do computador; outras

³ BLURTON, C. **New Directions of ICT-Use in Education**. Disponível em <<http://www.unesco.org/education/educprog/lwf/dl/edict.pdf>>. Último acesso em 7/08/2012.

⁴ THOMPSON, A. D.; SIMONSON M. R. ; HARGRAVE, C. P. **Educational Technology: A review of the research**, 2ª edição, Washington, D. C.: Association for Educational Communications and Technology (AECT), 1996.

classificações, entretanto, são também levantadas não existindo um consenso do número de propostas de uso do computador para o auxílio da aprendizagem.

Este trabalho se restringe à análise do uso de simulações/animações na sala de aula como TE para o ensino, particularmente para o ensino de Física. Ao longo deste trabalho pode-se perceber que existe grande diferença entre simulações e animações, mas optamos por tratá-los conjuntamente pelo fato da maioria das classificações assim o fazerem; pode ser, entretanto, que esse entendimento tenha gerado uma pequena imprecisão quanto à análise de alguns resultados, mas a isso voltaremos mais tarde. Agora nos cabe definir o que são objetos de aprendizagem (OA) ou objetos educacionais (OE), já que a maioria das simulações computacionais pode ser assim intitulada, como veremos a seguir.

2.2. Objetos de aprendizagem

2.2.1. Um pouco de história e definições.

Os objetos de aprendizagem, em inglês *learning objects (LO)*, não possuem ainda uma definição única na literatura, encontramos apenas uma ideia geral do que podem vir a ser e de seus objetivos e características. Segundo Wiley:

Os objetos de aprendizagem são elementos de um novo tipo de instrução baseada no computador, fundamentada no paradigma orientado a objetos da ciência da computação. Essa orientação valoriza muito a criação de componentes (chamados "objetos") que podem ser reutilizados (Dahl & Nygaard, 1966)⁵ em múltiplos contextos. Essa é a principal ideia que fundamenta os objetos de aprendizagem: seus designers podem construir pequenos componentes instrucionais (em relação ao tamanho de um curso inteiro) que podem ser reutilizados várias vezes em diferentes contextos de aprendizagem. Além disso, objetos de aprendizagem são geralmente entendidos como entidades digitais disponíveis na Internet, o que significa que várias pessoas podem acessá-los e usá-los simultaneamente [...] aqueles que adotam objetos de aprendizagem podem ajudar a aprimorá-los e beneficiarem-se imediatamente de novas versões. Essas são diferenças significativas entre os objetos de aprendizagem e outros meios de ensino que já existiam anteriormente (WILEY, 2000, p. 3, tradução nossa).

⁵ DAHL, O. J. , NYGAARD, K. SIMULA . **An algol based simulation language**. Communications of the ACM, 9 (9), p. 671-678, 1966.

Em 1996, com a finalidade de desenvolver e promover esse novo modelo de tecnologia instrucional, foi criado o *Learning Technology Standards Committee* (LTSC) do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), que adota uma conceituação abrangente do que é um OA, incluindo não só os objetos digitais, como também objetos não digitais, além de pessoas e organizações que se referenciam a tecnologias que dão suporte à aprendizagem⁶ (LOM, 2000, apud WILEY, 2000, p. 5).

Assim, a fim de delimitar melhor o conceito de OA, Wiley propõe uma definição que, segundo ele capta os principais atributos dados pelo LTSC aos OA: reutilizável; digital; recurso e aprendizagem. Sua definição é que um OA é “qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para dar suporte à aprendizagem” (2000, p. 7, tradução nossa). Outra definição ainda incipiente, dada por Sosteric e Hesemeier, considera OA “um arquivo digital [...] destinado a ser utilizado para fins pedagógicos, que inclui, quer internamente ou por meio de associação, sugestões sobre o contexto adequado de sua utilização” (2002, tradução nossa).

Além dessas definições, conforme destaca Nunes (2011), muitas outras foram propostas como a de Gibbons, Nelson e Richards (2000) que utilizam o termo objeto instrucional, a de Muzio, Heins e Mundell (2001), a do IEEE, já mencionado anteriormente, a de Sá Filho e Machado (2003) e a de Pimenta e Batista (2004)⁷.

Quando o termo OA começou a ser utilizado em 1992 por Wayne Hodgens (NUNES, 2011), para melhor entender o que viria a sê-lo, ele era comparado com os blocos do brinquedo LEGO[®] pois se constituem de pequenos blocos de conteúdo instrucional que podem se ligar a outros a fim de abranger conteúdo educacional maior, bem como a fim de permitir a reutilização característica dos OA. Shepherd faz uma analogia para explicar o que seriam os Objetos de Aprendizagem [na verdade, como já destacamos, essa analogia não foi criada por ele],

Como os blocos LEGO, Objetos de Aprendizagem são pequenos componentes reutilizáveis - demonstrações de vídeos, tutoriais, procedimentos, histórias, avaliações, simulações, estudos de caso - porém, ao invés de usá-los para construir castelos, você os usa para construir pessoas (2000, tradução nossa).

Essa analogia, entretanto, foi criticada por Wiley, por considerá-la passível de conduzir a algumas conclusões erradas advindas das seguintes características do brinquedo:

⁶ LOM (2000). *LOM working draft v4.1* [On-line]. Disponível em <<http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOMv4.1.htm>>

⁷ Você poderá encontrar a descrição de cada definição na tese de Eliana Nunes (2011) na página 111.

1. Qualquer peça LEGO[®] pode ser conectada com qualquer outra peça LEGO[®].
2. Peças LEGO[®] podem ser montadas qualquer que seja a escolha.
3. Peças LEGO[®] são tão divertidas e simples que qualquer criança pode montá-las.

Cada comparação da peça LEGO com os OA, da maneira como os itens acima são colocados, deixa claro que nenhum objetivo educacional pode ser obtido, a partir da arbitrariedade permitida por essa analogia. Apesar de os OA serem vistos como pequenos blocos de conteúdos instrucionais, cada OA deve ter o seu objetivo educacional claro e específico, como destaca a definição de Sosteric e Hesemeier (2002) supracitada, de modo que ao ser utilizado com outro OA, isso não possa ser feito de modo arbitrário, sem nenhuma sistematização e planejamento, mas se insira adequadamente na proposta geral que o professor quer alcançar ao utilizá-los.

Assim, Wiley propõe uma nova analogia para minimizar os possíveis efeitos contraditórios da anteriormente defendida, a analogia com o átomo. Ao comparar os OA com os átomos chega-se a características mais reais como as por ele destacadas:

1. Nem todo átomo pode ser combinado com outro átomo.
2. Os átomos somente podem ser reunidos em certas estruturas prescritas por sua própria estrutura interna.
3. Algum treinamento é necessário para reunir átomos.

Com essa nova analogia fica mais claro entender que um OA apesar de se constituir em um pequeno bloco de conteúdo instrucional, necessário para garantir sua reutilização, possui uma estrutura interna, um objetivo, que faz com que seu uso dentro de um contexto educacional mais amplo possa ocorrer de modo articulado com outros OA, desde que estejam em consonância com esse objetivo educacional, exigindo assim uma formação específica para “montar” a sequência didática a partir do uso desses OA, que geralmente se constitui como papel do professor.

2.2.2. Características dos OA.

Encontramos poucas referências em relação às características pedagógicas dos OA. Provavelmente a mais citada delas sugere que

objetos de aprendizagem devem ser pequenos segmentos de conteúdo instrucional, pedagogicamente completos, que podem ser montados conforme for necessário para criar maiores unidades de instrução, tais como aulas, módulos e cursos. Os objetos de aprendizagem devem ser autônomos, construídos visando um único objetivo de aprendizagem, ou abordando um único conceito (South & Monson, 2000)⁸. Eles não são simples objetos de informação, como uma definição ou um gráfico, porque \ fazem mais do que apresentar informação - têm estratégia pedagógica e intenção de ensinar (HAMEL, RYAN-JONES, 2002, tradução nossa).

A partir dessa analogia dos OA com o átomo, pode-se estabelecer um padrão, ou modelo para a criação dos OA. Assim, os designers de OA precisam levar em conta alguns parâmetros para os construírem, de modo a facilitar o trabalho do professor na hora de planejar suas aulas. Hamel e Ryan- Jones (2002) apontam sete razões⁹ para a adoção desse modelo:

Interoperatividade - a possibilidade de trocar de sistema ou plataforma educacional via internet.

Acessibilidade - a possibilidade de acessar o conteúdo em qualquer hora e local.

Reutilização - a possibilidade de reutilizar o conteúdo por qualquer outro criador de OA economizando tempo e dinheiro.

Acesso - a possibilidade de encontrar o conteúdo em repositórios através de metadados (que constituem a base para os sistemas de busca dos OA dentro de um repositório).

Extensibilidade - a possibilidade de estender o curso devido a sua construção modular (analogia do átomo).

Viabilidade econômica - a possibilidade de reduzir os custos relacionados ao seu desenvolvimento.

Gerenciamento - a possibilidade de gerenciar o conteúdo permitindo fáceis mudanças nos pequenos blocos.

A partir dessas razões, inferem-se algumas diretrizes para a padronização dos OA. Hamel e Ryan-Jones (2002), assim as sintetizam em princípios:

⁸ SOUTH, J. B. MONSON, D. W. **A university-wide system for creating, capturing, and delivering learning objects**. 2000. In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects*. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/south.doc>>. Acesso em: 31 jan. 2013.

⁹ Ao expor essas razões, Hamel e Ryan-Jones as referenciam ao trabalho: COMPUTER EDUCATION MANAGEMENT ASSOCIATION. *Learning Architecture Learning Objects Overview*, 2001.

Princípio 1: Os OA precisam ser unidades de instrução autônomas.

Princípio 2: Os OA devem seguir um formato instrucional padrão.

Princípio 3: Os OA devem ser relativamente pequenos.

Princípio 4: Uma sequência com OA deve ter um contexto.

Princípio 5: Os OA devem ser rotulados e gerenciados.

Longmire (2000) ainda destaca algumas características de um OA ideal. Segundo ele, os conteúdos devem ser:

- modulares, livres de padrões e transponíveis entre aplicações e ambientes;
- não sequenciais;
- capazes de satisfazer um único objetivo de aprendizagem;
- acessíveis ao público mais amplo (de tal forma que possa ser adaptado para outro público além do público-alvo original);
- coerentes e unitários dentro de um esquema pré-determinado; assim, com um número limitado de informações (metadados) pode-se encontrar a ideia principal ou essencial do conteúdo;
- não vinculados em uma formatação para que sua reutilização num esquema visual diferente, sem perder seu conteúdo essencial ou os significados do texto, dos dados ou imagens, seja possível.

Note que dentre as razões, diretrizes e características, no fundo o que se deseja garantir é a reutilização do OA. Essa característica é geratriz das demais, é a finalidade pela qual, por exemplo, se espera que um OA seja pequeno, autônomo, siga um padrão que garanta sua interoperabilidade (seu uso em diferentes sistemas e plataformas), possua metadados para poder ser adicionado a um repositório, sendo encontrado facilmente por meio de ferramentas de busca e suas informações básicas sejam remetidas ao seu conteúdo instrucional.

2.3. TIC e o ensino de Física

Para melhor situar nosso trabalho dentro do panorama geral dos estudos envolvendo o uso das novas Tecnologias da Informação e Comunicação, particularmente de Objetos de Aprendizagem para o ensino de Física, partimos de dois trabalhos de revisão bibliográficas

realizados com esse fim, nos quais foram levantadas as publicações referentes ao uso das TIC no ensino de Física: o primeiro, de Araújo, I.S. e Veit, E. A. (2004), se baseou em consultas a periódicos internacionais e nacionais (Caderno Brasileiro de Ensino de Física e Revista Brasileira de Ensino de Física) no período de 1990 até 2003; o segundo, de Martins, A. A. e Garcia, N. M. D. e Brito, G. S.(2011), realizado por meio de consultas a cinco periódicos nacionais no período de 2000 a 2010.

O primeiro trabalho (ARAÚJO; VEIT, 2004) classificou os artigos relacionados à temática em questão quanto ao tipo de uso e aos tópicos abordados da Física sintetizados em sete modos de aplicação do computador no ensino de Física:

1. Instrução e avaliação mediada pelo computador;
2. Modelagem e simulação computacional;
3. Coleta e análise de dados em tempo real;
4. Recursos multimídia;
5. Comunicação à distância;
6. Resolução algébrica/numérica e visualização de soluções matemáticas;
7. Estudo de processos cognitivos.

O segundo (MARTINS; GARCIA; BRITO, 2011) classificou os artigos encontrados em cinco categorias:

1. Discussão sobre teorias da aprendizagem;
2. Uso de softwares de animação, simulação e modelagem;
3. Aquisição e análise de dados experimentais com computador;
4. Ambiente virtual de aprendizagem;
5. Uso da Internet no ensino-aprendizagem.

Como o foco do nosso trabalho é o uso de OA, especificamente de simulações computacionais por possibilitarem uma interação mais efetiva do aluno com o OA, empenhamos nossos esforços na leitura dos artigos elencados pelos trabalhos supracitados classificados nas categorias nas quais poderíamos incluir esta dissertação: Modelagem e simulação computacional e Recursos multimídia, segundo Araújo e Veit (2004), e Uso de softwares de animação, simulação e modelagem, segundo Martins, Garcia e Brito (2011). Devido ao período de análise dessas revisões da literatura, alguns artigos constam em ambas as referências; além disso, como o contexto principal de abordagem do nosso trabalho está enraizado nas condições de efetivo uso dos OA nas escolas de ensino médio brasileiras,

optamos por analisar apenas artigos das publicações nacionais. Com esse levantamento inicial 34 artigos foram selecionados e compuseram a nossa análise sobre o uso das TIC no ensino de Física, conforme identificados e referenciados na Tabela 1.

Tabela 1 - Identificação dos artigos sobre TIC e o ensino de Física utilizados na nossa revisão bibliográfica.

Artigo	Referência Bibliográfica
1	SANTOS, A. C. K. Alguns aspectos do uso do sistema de modelamento IQON no ensino de Física. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.8, n.2, p.106-117, ago. 1991.
2	KLEER, A. A., THIELO, M. R., SANTOS, A. C. K. A Física utilizada na investigação de acidentes de trânsito. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.14, n.2, p.160-169, ago. 1997.
3	YAMAMOTO, I., BARBETA, V. B. Simulações de experiências como ferramenta de demonstração virtual em aulas de teoria de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.23, n.2, p.215-225, jun. 2001.
4	SANTOS, A. C. K., <i>et al.</i> Algumas possibilidades de utilização dos princípios de sistemas de Forrester em tópicos de Física, através da ferramenta de modelagem quantitativa STELLA. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.17, n.16, p.81-95, abr. 2000.
5	GOBARA, S. T., ROSA, P. R. S., PIUBÉLI, U. G. Estratégias para utilizar o programa Prometeus na alteração das concepções em mecânica. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n.2, p.134-145, jun. 2002.
6	VEIT, E. A., MORS, P. M., TEODORO, V. D. Ilustrando a segunda lei de Newton no século XXI. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n.2, p.176-184, jun. 2002.
7	NETO, O. N. Soluções eletrônicas para cálculos de velocidade em acidentes de trânsito. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n.2, p.124-128, 2002.
8	SANTOS, A. C. K. Modelamento computacional através do Sistema de Modelamento Celular (CMS): alguns aspectos. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.7, n.1, p.31-39, abr. 1990.
9	CAMILETTI, G., FERRACIOLI, L. A. Utilização da modelagem computacional quantitativa no aprendizado exploratório de Física. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.18, n.2, p.214- 228, ago. 2001.
10	CAMILETTI, G., FERRACIOLI, L. A. A utilização da modelagem computacional semiquantitativa no estudo do sistema mola-massa. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n.2, p.110-123, jun. 2002.
11	JÁCOME, S. S. B., <i>et al.</i> Visualizando os modos normais de vibração com o computador. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n.2, p.214-220, jun. 2002.
12	CÓRDOVA, R. S., <i>et al.</i> Simulación computacional de experiencias de Física moderna. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.9, n.2, p.147-151, ago. 1992.
13	CAVALCANTE, M. A., TAVOLARO, C. R. C. Uma oficina de Física moderna que vise a sua inserção no ensino médio. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.18, n.3, p.298-316, dez. 2001.
14	DIAS, N. L., PINHEIRO, A. G., BARROSO, G. C. Laboratório virtual de Física nuclear. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n.2, p.232-236, jun. 2002.
15	TERINI, R. A., <i>et al.</i> Utilização de métodos computacionais no ensino: a experiência de Geiger e Marsden do espalhamento de partículas alfa. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.11, n.1, p.33-42, abr. 1994.
16	CAVALCANTE, M. A., PIFFER, A., NAKAMURA, P. O uso da internet na compreensão de temas de Física moderna para o ensino médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.23, n.1, p.108-112, mar. 2001.

Artigo	Referência Bibliográfica
17	SANTOS, A. V. D., SANTOS, S. R. D., FRAGA, L. M. Sistema de realidade virtual para simulação e visualização de cargas pontuais discretas e seu campo elétrico. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n.2, p.185-195, jun. 2002.
18	ROHLING, J. H., <i>et al.</i> Produção de filmes didáticos de curta metragem e CD-ROMs para o ensino de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n.2, p.168-175, jun. 2002.
19	MAGALHÃES, M. G. M., <i>et al.</i> Utilizando tecnologia computacional na análise quantitativa de movimentos: uma atividade para alunos do ensino médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n.2, p.97-102, jun. 2002.
20	REZENDE, F. Desenvolvimento e avaliação de um sistema hiperfídia para facilitar a reestruturação conceitual em mecânica básica. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Vol. 18, n. 2, p. 197-213, ago. 2001.
21	ARAÚJO, I. S., VEIT, E. A., MOREIRA, M. A. Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos de cinemática. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 02, p. 179-184, 2004.
22	HECKLER, V., SARAIVA, M. F. O., OLIVEIRA FILHO, K. S. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 02, p. 267-273, 2007.
23	MACHADO, D. I., NARDI, R. Construção de conceitos de Física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hiperfídia. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 04, p. 473-485, 2006.
24	MACHADO, D. I., SANTOS, P. L. V. A. C. Avaliação da hiperfídia no processo de ensino e aprendizagem da Física: o caso da gravitação. Ciência & Educação, v. 10, n. 01, p. 75-100, 2004.
25	SILVA, W. P., <i>et al.</i> Um software para experimentos sobre batimento de ondas sonoras. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 21, n. 01, p. 103-110, abr. 2004.
26	DORNELES, P. F. T., ARAÚJO, I. S., VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte I – Circuitos elétricos simples. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 04, p. 487-496, 2006.
27	DORNELES, P. F. T., ARAÚJO, I. S., VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte II – Circuitos RLC. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 03, p. 3308, 2008.
28	SILVA, T. Ensino à distância e tecnologias na educação: o estudo de fenômenos astronômicos. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 26, n. 03, p. 533-546, dez. 2009.
29	REZENDE, F., GARCIA, M. A. C., COLA, C. S. D. Desenvolvimento e avaliação de um sistema hiperfídia que integra conceitos básicos de mecânica, biomecânica e anatomia humana. Investigações em Ensino de Ciências, v. 11, n. 02, p. 239-259, 2006.
30	MOREIRA, A. F., BORGES, O. Ambiente de aprendizagem de Física mediado por animações. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 07, n. 01, 2007.
31	PAIVA, A. P. S. Utilizar as TIC para ensinar Física a alunos surdos – Estudo de caso sobre o tema ‘A luz e a visão’. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 06, n. 03, 2006.
32	REZENDE, F., BARROS, S.S. Discussão e reestruturação conceitual através da interação de estudantes com as visitas guiadas do sistema hiperfídia ‘Força&Movimento’. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 01, n. 02, 2001.
33	MEDEIROS, A., MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 02, p. 77-86, jun. 2002.
34	ANJOS, A. J. S. As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 25, n. 03, p. 569-600, dez. 2008.

Como se verá no decorrer deste trabalho, tanto no projeto inicial (Capítulo 4) quanto na sua versão final (Capítulo 5), foi tomada grande preocupação quanto à escolha e análise dos OA a serem utilizados no ensino de Física. Procuramos selecionar OA que permitissem grande interação do aluno com o recurso, supondo que isso poderia gerar interações sociais mais efetivas entre os alunos e alunos e professor, fato de extrema importância para a aprendizagem de acordo com nosso referencial teórico adotado (VIGOTSKI, 2009).

Sendo assim, dos diferentes recursos disponíveis nos repositórios por nós consultados que se encaixam nas definições de OA apresentadas anteriormente, de modo especial a de Sosteric e Hesemeier (2002), optamos por trabalhar com simulações computacionais que representam fenômenos físicos já modelados (programados pelo designer do OA) e podem ser manipulados pelos alunos por meio da inserção de dados de entrada e modificação de parâmetros para testar a relação entre as grandezas físicas envolvidas no modelo, pois encontrarmos nessa liberdade de manipulação a interatividade que procurávamos.

Existem, entretanto, outros tipos de recursos, como as hipermídias, que podem conter simulações e animações computacionais e recursos de modelagem computacional que permitem ao aluno aprofundar-se no entendimento do fenômeno analisado, já que nesse caso é ele quem deve modelar e depois visualizar a simulação a partir de seu modelo físico a fim de compará-lo com a realidade. Os softwares de modelagem computacional, entretanto, geralmente não trazem consigo o pequeno conteúdo instrucional específico característico dos OA e, por isso, não constavam nos repositórios por nós consultados.

Então, para melhor entendermos o panorama que se abria a partir da revisão da literatura, tabelamos algumas informações específicas sobre o conteúdo e a finalidade de cada artigo consultado, com o objetivo de estabelecermos um paralelo com o que realizamos neste trabalho. Na Tabela 2, procuramos destacar:

- i) se o recurso ao qual o artigo se referia poderia se encaixar na definição de OA;
- ii) se a proposta de utilização trazida nos artigos (com exceção dos de revisão crítica) foi aplicada em algum estudo de caso, seja no ensino superior (ES) ou no ensino médio (EM);
- iii) em qual tipo de recurso o software citado no artigo poderia ser classificado;
- iv) se o artigo estabelece uma relação sistemática com alguma teoria de aprendizagem.

Com relação ao último item (iv), mesmo sabendo que os artigos que discutem diretamente teorias de aprendizagens e processos cognitivos vinculados à tecnologia

educacional foram classificados em outras categorias pelos autores, quisemos ressaltá-lo pela relevância da ponderação feita por Rosa¹⁰ (1995, apud ARAUJO; VEIT, 2004), em um trabalho anterior também de revisão desta área:

Do ponto de vista pedagógico, Rosa (ibid) concluiu que nos artigos pesquisados não existe uma preocupação efetiva com o embasamento teórico em teorias de aprendizagem. O computador foi utilizado indiscriminadamente sem que houvesse uma maior avaliação dos resultados no sentido de fornecer subsídios que respaldem a inserção desta nova tecnologia como ferramenta didática nas escolas (p. 7).

Tabela 2 - Revisão dos artigos que relacionam uso das novas TIC e o ensino de Física, conforme identificação atribuída na Tabela 1.

Artigo	Software a que se refere	É um OA?	Utilizou com alunos?			Tipo do Software a que se refere	Relação com teorias de aprendizagem.
			Sim EM	Sim ES	Não		
1	IQON	Não			x	Modelagem computacional qualitativa.	Não há.
2	IAT	Sim			x	Simulação computacional com dados de entrada de experimentos práticos.	Não há.
3	Vários	Sim		x		Simulação computacional.	Não há.
4	STELLA	Não			x	Modelagem computacional quantitativa	Não há.
5	Prometeus	Sim		x		Simulação computacional.	Concepções espontâneas e Mudança conceitual.
6	Modellus	Não			x	Modelagem computacional quantitativa.	Não há.
7	Sem nome	Sim			x	Simulação computacional.	Não há.
8	CMS	Não			x	Modelagem computacional quantitativa.	Não há.
9	STELLA	Não		x		Modelagem computacional quantitativa.	Não há.
10	WLinkIt	Não		x		Modelagem computacional semiquantitativa.	Não há.

¹⁰ ROSA, P. R. S. **O uso de computadores no ensino de Física. Parte I: potencialidades e uso real.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.17, n.2, p.182-195, Jun. 1995.

Artigo	Software a que se refere	É um OA?	Utilizou com alunos?			Tipo do Software a que se refere	Relação com teorias de aprendizagem.
			Sim EM	Sim ES	Não		
11	Sem nome	Sim		x ¹		Simulação computacional.	Não há.
12	Vários	Sim		x ¹		Simulação computacional.	Não há.
13	Efeito Fotoelétrico e Difração	Sim			x	Simulação computacional.	Não há.
14	Física Nuclear Virtual	Sim			x	Simulação computacional.	Não há.
15	Geiger 1.0	Sim			x	Simulação computacional.	Não há.
16	Geiger-Marsden	Sim			x	Simulação computacional.	Não há.
17	Electras	Sim			x	Simulação computacional.	Cita o construtivismo.
18	FDCM	Sim			x	Vídeo com animações gráficas.	Não há.
19	SAM	Sim ²	x			Simulação computacional com entrada de dados de vídeos.	Behaviorismo e Construtivismo.
20	Força & Movimento	Sim	x ¹	x		Hipermídia com simulações computacionais	Teoria do Desenvolvimento Conceitual e Teoria da Flexibilidade Cognitiva.
21	Modellus	Não		x		Modelagem computacional quantitativa.	Teoria Ausubeliana.
22	Sem nome	Sim	x			Hipermídia com simulações computacionais.	Cita Vigotski
23	Tópicos de Física Moderna	Sim	x			Hipermídia com animações.	Teoria Ausubeliana e abordagem CTS
24	Gravitação Universal	Sim	x			Hipermídia com animações	Ausubel e Piaget: construtivismo cognitivo
25	Batimentos	Sim			x	Simulação computacional	Não há.
26	Modellus	Não		x		Modelagem qualitativa e simulação computacionais	Teoria Ausubeliana.
27	Modellus	Não		x ¹		Modelagem qualitativa e simulação computacionais	Teoria Ausubeliana.
28	O sol, a Terra e a Lua	Sim			x	Hipermídia com simulações computacionais.	Não há.

Artigo	Software a que se refere	É um OA?	Utilizou com alunos?			Tipo do Software a que se refere	Relação com teorias de aprendizagem.
			Sim EM	Sim ES	Não		
29	Biomec	Sim		x		Hipermídia com animações.	Teoria da Flexibilidade Cognitiva.
30	Modellus	Sim ²	x			Simulação computacional.	Cognição distribuída e modelos conceituais.
31	A Luz e a Visão	Sim	x ³			Documentos multimídias com animações.	Modelo do Processamento da Informação de Gagné
32	Força & Movimento	Sim		x		Hipermídia com simulações computacionais.	Não há.
33	Revisão crítica do uso de simulações computacionais.						
34	Análise e revisão crítica sobre o uso das TIC, especialmente os computadores, na educação.						

¹ Representa a nota de que apesar do recurso ter sido utilizado não existe uma apresentação de dados sistemática sobre sua utilização, às vezes apenas a pontuação de que ela foi satisfatória.

² Da maneira como foi utilizado, segundo a descrição do artigo em questão e nossa definição, pode ser considerado um OA.

³ Os alunos aqui apesar de estarem cursando o 8º ano do fundamental (Lisboa) possuíam idade entre 15 e 20 anos (surdos) e utilizaram o recurso que poderia ser utilizado no EM por isso optamos por classificá-lo em EM.

Note que dos trinta e quatro trabalhos analisados, dois não apresentam nenhum recurso computacional específico, se constituindo como revisões críticas da área correlacionada ao uso de simulações e animações no ensino de Física.

Medeiros e Medeiros (2002, artigo 33) relembram que na história da tecnologia educacional vivenciamos vários ciclos de emergentes tecnologias inovadoras para o ensino que passaram por uma fase de euforia quanto à sua aplicabilidade e utilidade na educação sucedida pelo gradual esfriamento e abandono total quando outra tecnologia despontava como alternativa mais eficaz e inovadora. Por isso, mediante uma análise crítica apresentam as possibilidades e limitações, especialmente das simulações computacionais (principal tipo recurso que utilizamos neste trabalho), por pertencerem ao que parece ser o ciclo atual da informática no ensino.

Dentre os benefícios relacionados ao uso das simulações computacionais no ensino de ciências, os autores se referem ao trabalho de Gaddis¹¹ (2000) destacando, em suas palavras, que as simulações podem:

¹¹ GADDIS, B. **Learning in a Virtual Lab: Distance Education and Computer Simulations**. Doctoral Dissertation, University of Colorado, 2000.

- reduzir o 'ruído' cognitivo de modo que os estudantes possam concentrar-se nos conceitos envolvidos nos experimentos;
- fornecer um *feedback* para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos;
- permitir aos estudantes coletarem grande quantidade de dados rapidamente;
- permitir aos estudantes criarem e testarem hipóteses;
- engajar os estudantes em tarefas com alto nível de interatividade;
- envolver os estudantes em atividades que explicitem a natureza da pesquisa científica;
- apresentar uma versão simplificada da realidade pela separação de conceitos abstratos em seus mais importantes elementos;
- tornar conceitos abstratos mais concretos;
- reduzir a ambiguidade e ajudar a identificar relacionamentos de causas e efeitos em sistemas complexos;
- servir como preparação inicial para ajudar na compreensão do papel do laboratório;
- desenvolver habilidades de resolução de problemas;
- promover habilidades do raciocínio crítico;
- fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos;
- auxiliar os estudantes a aprender sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos mediante a observação direta;
- possibilitar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual.

Contrapondo esse conjunto de benefícios que a simulação computacional parece promover, os autores do artigo 33 destacam como suas limitações:

- O fato de as simulações serem apenas modelos da realidade, e disso não ser levado em consideração na maioria das vezes em que são utilizadas.

Toda animação, toda simulação está baseada em uma modelagem do real. Se essa modelagem não estiver clara para professores e educandos, se os limites de validade do modelo não forem tornados explícitos, os danos potenciais que podem ser causados por tais simulações são enormes. Tais danos tornar-se-ão ainda maiores se o modelo contiver erros grosseiros (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 81);

- O fato de os estudantes, devido à ocultação que os simuladores fazem do processo de modelagem do fenômeno físico real, não terem acesso ao conceito de modelo, tão

utilizado na construção das teorias Físicas, podendo assim construir uma visão caricaturada dessa ciência.

Desta forma, uma parte crucial da aprendizagem da Física é fazer com que os nossos estudantes compreendam e apreciem o conceito de um modelo, o que eles significam, para que foram construídos, seus pressupostos simplificadores e seus limitados contextos de validade. (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 82);

- O fato de as simulações não permitirem que os alunos participem da riqueza da experiência dos erros experimentais próprios da vida real deles;
- O papel decisivo que as simulações por si só tendem a ganhar com relação à personalização da aprendizagem, deixando de lado a necessária preocupação com mudanças estruturais da metodologia a ser utilizada com eles;
- O fato de a possível mudança conceitual promovida pelo uso de simulações computacionais não oferecer garantias de sua efetiva realização;
- O uso indiscriminado das simulações mesmo quando experimentos reais podem ser facilmente realizados com os mesmos propósitos;

Após a análise crítica das limitações das simulações computacionais no ensino, Medeiros e Medeiros, concluem que

Apesar de todas as críticas, entretanto, há de admitir-se que boas simulações, criteriosamente produzidas, existem e que os professores guardam uma expectativa muito grande do potencial de suas utilizações. É preciso que fique bem claro que a argumentação levantada neste artigo não deve levar à conclusão de que os seus autores advogam o abandono da Informática Educacional, mas apenas que apontam para a necessidade de uma utilização da mesma mais refletida, equilibrada e nunca exclusiva (2002, p. 84).

O artigo 34 também faz uma revisão mais ampla sobre o uso de diversas TIC no ensino, mas centra seus esforços no uso da informática na educação escolhendo as simulações computacionais como seu representante mais significativo pelo seu disseminado uso no ensino de Física. Porém, como a descrição mais detalhada sobre as simulações é baseada no artigo 33 que acabamos de descrever, não acrescenta informações muito novas à nossa discussão. Apenas uma inferência feita pelo autor, nos pareceu relevante ressaltar, uma vez que nosso trabalho visa desmistificar, em certo sentido, o despreparo do professor como razão de sua pouca adesão ao uso das simulações nas salas de aula.

Diante desse quadro de possibilidades, benefícios, mas também de limitações, existem aqueles que ainda não fazem uso das simulações, ou sequer de qualquer recurso informático no ensino das ciências. Sem descartar as limitações inerentes às simulações, arriscamos dizer que, possivelmente, uma grande limitação pode estar no próprio mediador do processo educacional, o professor. A este, é imprescindível, sensibilidade, conhecimento técnico, fundamentação crítica, competências e habilidades no trato com esses recursos, na busca de uma prática pedagógica que possibilite um ensino de Ciências prazeroso e significativo para o estudante (ANJOS, A. J. S., 2008, p. 593, artigo 34).

As limitações das simulações computacionais às quais o autor se refere e inferidas pela nossa revisão da maior parte dos críticos estão restritas ao seu papel no processo de ensino-aprendizagem, conforme elencados acima na revisão do trabalho de Medeiros e Medeiros (2004, artigo 33). Porém, como analisamos adiante, parecem existir limitações funcionais vinculadas a outros fatores além da vontade, do conhecimento e do empenho dos professores, que têm dificultado muito a real utilização desses recursos nas escolas.

Nesse sentido, segundo Camiletti e Ferracioli,

O governo federal destinou recursos em nível nacional para as Escolas de Ensino Médio para a aquisição de computadores, sem contudo definir claramente as diretrizes para a aquisição de softwares e ambientes computacionais educacionais. Esse fato gera a necessidade do desenvolvimento de pesquisa sobre **como promover, na prática**, a integração dos recursos da tecnologia da informática com a sala de aula (2002, p. 110, grifo nosso, artigo 10).

Essa promoção da integração de recursos da tecnologia da informática com a sala de aula demanda investigações do cenário atual das condições em que os professores têm atuado, com o objetivo de estabelecer vias alternativas que lhes deem suporte e até mesmo de enfatizar a importância da destinação de investimentos coerentes com sua principal finalidade que está diretamente relacionada ao processo educativo que ocorre nas salas de aulas. Não queremos com isso menosprezar a importância da formação continuada dos professores, que com certeza é necessária, principalmente quando pensamos no trato com as novas TIC, mas achamos arriscado restringirmos a análise do seu pouco uso apenas a esse critério sem que pesquisas pertinentes e abrangentes a esse respeito sejam feitas. Nem queremos, tão pouco, minimizar a importância das pesquisas que priorizam o estabelecimento de relações entre instrumentos tecnológicos instrucionais e fundamentações teóricas sobre o processo de ensino aprendizagem, a exemplo do que a autora do artigo 20 afirma:

Apesar de existirem, hoje, referenciais teóricos que ajudam a compreender os processos cognitivos envolvidos na aprendizagem de Ciências, bem como com uma quantidade considerável de resultados dos levantamentos de concepções espontâneas

(especialmente na área de Física), a maior parte dos *softwares* educativos disponíveis no mercado tem privilegiado os recursos tecnológicos disponíveis e desprezado esse conhecimento. No sentido oposto, este trabalho questiona a tecnologia como um fim em si mesmo e defende abordagens nas quais os recursos tecnológicos estão a serviço de projetos pedagógicos definidos a partir de abordagens teóricas sobre a aprendizagem e das necessidades dos alunos (REZENDE, F., 2001, p. 197-8, artigo 20).

Nesse sentido, procuramos buscar um referencial teórico sólido, apresentado no capítulo 3, para nossa proposta de uso de OA.

Prosseguindo a análise revisional dos demais trabalhos que não contribuíram para a revisão crítica do uso das novas TIC, verifica-se que, como se vê na Tabela 2, dos trinta e dois artigos restantes, quatorze (44%) sugerem apenas o uso e/ou descrevem o recurso computacional – geralmente seu processo de criação – para o ensino de Física.

Os outros dezoito, além de propor atividades, descrevem a utilização desses recursos tecnológicos, cada um à sua maneira, diretamente com os alunos. Destes, 67% o fazem com alunos de nível superior, apesar de três trabalhos não apresentarem os resultados sistemáticos dessa investigação, e 39% (apenas 21% do total de artigos) com alunos de nível médio¹². Essa disparidade revela uma incoerência com o rumo mais comum que a pesquisa nessa área tem tomado, como já havia sido pontuada por Martins, Garcia e Brito,

A partir da análise detalhada dos trabalhos que apresentam uma discussão sobre o uso de animação, modelagem e simulações no ensino de Física foi possível levantar algumas questões instigantes. Contrariando algumas noções que nos remetem ao ‘caos primordial’ do ensino de Física, a maioria das pesquisas estudou estas aplicações no Ensino Superior. Trata-se de uma questão interessante pelo fato de que, conforme observado na maioria nos trabalhos, a idéia de se utilizar as NTIC no ensino de Física se vincula às necessidades de motivar e estimular os alunos do Ensino Médio, uma vez que estes se encontram ‘mais carentes’ de recursos didáticos diversificados que os alunos do Ensino Superior (2011).

Com relação às atividades aplicadas e sistematicamente apresentadas, notamos a tendência ao uso da modelagem computacional nos estudos envolvendo estudantes universitários; apesar desses estudos sugerirem o uso da modelagem também no ensino médio não encontramos referências de sua aplicação.

¹² Um deles (artigo 20) não apresenta claramente seus resultados com relação a utilização no EM, preferindo apresentar resultados da aplicação que fez com os alunos do ES. Essa dupla aplicação justifica o fato da soma porcentual apresentada neste parágrafo ser maior que 100%.

Os autores que utilizam modelagem computacional justificam sua escolha pelo fato desse recurso, ao contrário das simulações, permitir que o aluno conheça o modelo elaborado na descrição do fenômeno físico analisado. Segundo Dorneles, Araújo e Veit:

Em atividades que denominamos de *simulação computacional* o aluno tem autonomia para inserir valores iniciais para variáveis, alterar parâmetros e, eventualmente, modificar relações entre as variáveis. Entretanto, ele não tem autonomia para modificar o cerne do modelo computacional, ou seja, acesso aos elementos mais básicos, matemáticos ou icônicos, que o constituem. Em atividades que denominamos de *modelagem computacional*, além de poder atuar sobre a variação de parâmetros e valores iniciais, o aluno tem acesso aos elementos básicos. Em ambos os casos, o aluno pode explorar um modelo computacional já construído, por isto, chama-se este modo de *exploratório*. No caso da modelagem computacional, o aluno pode, também, construir seu próprio modelo, desde sua estrutura matemática ou icônica até a análise dos resultados gerados por ele, ou fazer alterações em modelos computacionais previamente construídos. Neste caso, diz-se que o modo de uso é *expressivo* ou de *criação* (2006, p. 492, grifos do autor, artigo 26).

Porém, apesar de nesses artigos serem apresentados programas de modelagem computacional considerados “de fácil utilização mesmo por aprendizes sem conhecimento e destreza no uso de computadores” (VEIT, MORS, TEODORO, 2002, p. 176, artigo 6) eles utilizam funções que envolvem derivadas, conceito ainda não abordado no nível médio. Além disso, esses programas não podem ser entendidos como OA, pois não são orientados para o estudo de um tópico particular da Física e podem ser utilizados em múltiplos contextos como atestam os artigos 1, 4, 6, 8, 9, 10, 21, 26 e 27 relacionados na Tabela 1. Esses dois motivos, e o fato de nos repositórios que analisamos não encontrarmos menção a essa possibilidade de recurso, nos levaram, neste trabalho, a utilizar apenas simulações computacionais¹³.

Ainda com relação aos artigos que apresentam resultados relativos ao uso do recurso computacional, especialmente utilizados no EM, a motivação e o maior interesse dos alunos com relação ao seu uso foi o resultado mais frequente apresentado, seguido da inferência, nem sempre sistematizada, de que eles auxiliaram na aprendizagem, pelo menos na visão dos alunos. Fica evidente entretanto que não há comprovação da validade desses recursos computacionais para a aprendizagem dos alunos, até mesmo porque, parece haver o consenso de que a forma de sua utilização é mais determinante para o sucesso da atividade do que o recurso em si. Araújo, Veit e Moreira destacam:

¹³ Uma hiperímídia foi também por nós selecionada, devido as dificuldades que encontramos na procura de simuladores que se integrassem no currículo básico do Estado de São Paulo de Física, mas ela continha em uma das páginas um simulador.

Sob a égide do termo “novas tecnologias” muitos recursos, tais como hipermídia e *softwares* educacionais, vêm sendo utilizados na tentativa de insuflar novos ânimos ao ensino de Física. Apesar do louvável interesse pela inovação e atualização de velhos métodos, muitos relatos do uso destes recursos não vêm acompanhados por uma avaliação criteriosa de suas contribuições ao processo de aprendizagem do aluno; poucos são, ainda, os trabalhos de pesquisa científica nesta área (2004, p. 183, artigo 21).

Neste sentido, no que tange a aplicação prática dos OA com os alunos, nosso trabalho segue a tendência que nos parece ser mais frequente da literatura, pois não teve como objetivo uma avaliação sistemática da aprendizagem potencialmente estimulada pelo uso dos OA, apenas levantou a opinião dos alunos referente à sua utilização nas aulas de Física (corroborando a maior parte dos resultados divulgados por esses artigos) e identificou indícios que poderiam levar a uma aprendizagem efetiva de acordo com o nosso embasamento teórico educacional.

Para finalizar, queremos ainda pontuar que a interação social do aluno em sala de aula, estimulada pela metodologia de utilização do OA, foi também algo muito recorrente nos relatos dos trabalhos aqui revisados. Essa característica, como se verá nos próximos capítulos, estará no foco das nossas atenções, principalmente à vinculada com a interação entre os alunos e entre alunos e professor. Dorneles, Araújo e Veit (2006, artigo 26) resumem: “Nossas observações em sala de aula e o levantamento de opiniões dos alunos sugerem que houve muita interação dos alunos com as atividades computacionais, dos alunos entre si e com o professor, tornando-se um elemento motivador na aprendizagem [...]”.

Finalmente, ao revisar neste capítulo trabalhos que explicitem o que são os OA, quais são os fundamentos teóricos por trás de suas construções, e como tem sido sua utilização no ensino de Física, verificamos que muitos deles (19 dos 32) não estão vinculados efetivamente a nenhum referencial teórico da educação. Como esse é, afinal, o propósito do uso desse recurso, uma vez que eles “têm intenção de ensinar” (HAMEL, RYAN-JONES, 2002, tradução nossa), adotamos neste trabalho a obra de Vigotski como aporte teórico já consolidado na área da educação, no que diz respeito a nossa análise do uso de OA na sala de aula, bem como na fase de planejamento das atividades e coleta de dados. Por isso, no próximo capítulo apresentamos uma revisão da sua obra, destacando os pontos mais significativos que guiaram de modo direto e/ou indireto os rumos da nossa pesquisa.

3. REFERENCIAL TEÓRICO - REVISÃO DO LEGADO DE VIGOTSKI

Neste capítulo iremos apresentar em linhas gerais a teoria sócio-histórica de Vigotski por meio da obra mais significativa apresentada na sua tradução para o português com título *A construção do Pensamento e da Linguagem* (2009), buscando nessa teoria implicações fundamentais para a área educacional e, em particular, para o nosso trabalho.

3.1. A relação entre pensamento e linguagem

3.1.1. Introdução

Segundo Vigotski, no início de suas pesquisas havia basicamente duas formas de se entender a relação entre pensamento e linguagem: uma na qual o pensamento e a linguagem eram vistos como um fenômeno único, de modo que era impossível estabelecer uma relação entre eles, pois constituíam o mesmo objeto; e outra em que pensamento e linguagem eram tomados como processos totalmente independentes, e, desse modo, as relações encontradas entre pensamento e linguagem eram sempre externas a esses processos, não sendo possível analisar possíveis relações internas entre eles já que, *a priori*, o desenvolvimento da linguagem era separado do desenvolvimento do pensamento.

Com o objetivo de se aprofundar no conhecimento dessa relação Vigotski adota como método de análise, a fim de se conhecer as relações internas entre pensamento e linguagem, a decomposição desses complexos processos psicológicos em *unidades*.

Para ele seria fundamental encontrar a unidade básica desses processos, entendida como parte autônoma da totalidade, mas que guarda em si as mesmas características do processo mais complexo. Nesse sentido Vigotski apresenta a hipótese de que o significado é a unidade de entendimento dessa relação: “Achamos que essa unidade pode ser encontrada no aspecto interno da palavra: *no seu significado* [...] porque é justamente no significado que está o nó daquilo que chamamos de pensamento verbalizado” (VIGOTSKI, 2009, p. 8-9, grifo do autor).

A pesquisa de Vigotski sobre a relação entre o pensamento e a linguagem tem premissas que vão de encontro ao entendimento de que o desenvolvimento cognitivo é geneticamente programado proposto por Jean Piaget (1896-1980), pensador suíço cujo trabalho ainda hoje fundamenta grande parte das pesquisas e propostas destinadas à compreensão e promoção do processo de ensino e aprendizagem. Por esta razão, revisitaremos a seguir alguns pontos sobre a análise crítica, feita por Vigotski (2009), do trabalho de Piaget.

3.1.2. Análise crítica da teoria de Piaget, segundo Vigotski

Para Vigotski, Piaget elegeu, entre todos os aspectos do pensamento infantil por ele analisados, o pensamento egocêntrico como a chave principal das demais características do pensamento infantil, como o sincretismo, a não compreensão das coisas, a dificuldade de tomada de consciência, a incapacidade para a auto-observação, etc. (VIGOSTKI, 2009, p. 26).

Para Piaget o pensamento egocêntrico se constituía em um estágio intermediário entre o pensamento autístico, próximo à fabulação e devaneio, que responde aos desejos da criança e se constitui no pensamento mais primário de uma pessoa, e o pensamento realista que seria o pensamento de um adulto voltado à realidade.

Essa interpretação sobre o pensamento egocêntrico foi desenvolvida com base nos dados de um estudo clínico em que dois tipos de linguagem foram identificados nas crianças: a linguagem egocêntrica e a socializada. Piaget percebeu que até os seis anos e meio o coeficiente de linguagem egocêntrica é bem alto, apesar de ser menor do que se comparado ao de crianças mais novas. Além disso, como a linguagem egocêntrica, além de estar estritamente voltada à criança que fala, parece descrever os passos de suas ações como se a criança estivesse pensando em voz alta, ele supôs que as crianças até essa idade possuísem um pensamento também egocêntrico, do qual extraiu o conceito de egocentrismo infantil.

Para Piaget, a linguagem egocêntrica desempenharia um papel secundário no comportamento da criança, apenas margeando suas ações, sem determiná-las ou possuir um papel específico naquilo que ela faz, algo que se não existisse em nada interferiria em sua ação. Por isso, este tipo de linguagem, por não possuir nenhuma função especial, desapareceria quando a criança chegasse à idade escolar.

Para Vigotski, entretanto, a linguagem egocêntrica possui função e fim específicos. Com experimentos semelhantes aos realizados por Piaget, ele analisou o comportamento de crianças em suas atividades normais (como fazer um desenho), mas introduziu alguns complicadores (como a ausência de um lápis) de modo a analisar seus comportamentos na resolução desses problemas. Nesses momentos de dificuldade verificou-se um aumento expressivo no coeficiente de linguagem egocêntrica na criança, levando Vigotski a formular a hipótese de que essa linguagem desempenhasse um papel importante na busca de soluções ou no traçar de um plano de ações para contornar o problema deparado, ou seja, um papel literal de pensamento.

Em suas pesquisas com crianças de 7 a 8 anos, próximas do desaparecimento da linguagem egocêntrica Vigotski verificou que, nesse estágio de pensamento, a frequência da linguagem egocêntrica aumenta significativamente ao mesmo tempo em que se verifica a abreviação e omissão de palavras. Como o “interlocutor” dessa fala é a própria criança que fala, ou seja, alguém plenamente consciente do contexto a que se refere a fala ele concluiu que a linguagem egocêntrica não se extingue nessa fase mas sofre um processo de interiorização transformando-se em linguagem interior ou pensamento verbalizado.

Portanto, se para Piaget o desenvolvimento ocorre do indivíduo em direção ao social, começa pelo pensamento autístico, passando pela linguagem e pensamento egocêntricos, que se extingue abrindo espaço para a linguagem socializada e o pensamento lógico, para Vigotski ocorre o caminho oposto. O desenvolvimento cognitivo da criança se origina da linguagem social, torna-se linguagem egocêntrica que, gradativamente se interioriza dando origem à linguagem interior ou pensamento verbal: “o movimento real do processo de desenvolvimento do pensamento infantil não se realiza do individual para o socializado mas do social para o individual” (VIGOTSKI, 2009, p. 67).

Essas colocações sobre o caminho do desenvolvimento do pensamento infantil decorrentes de suas pesquisas, que colocam Vigotski em contraposição ao processo defendido por Piaget, têm consequências inestimáveis para a compreensão do processo de aprendizagem no ser humano, entre as quais se destacam a importância das *interações sociais* no processo de formação de conceitos que está intimamente ligado ao propósito do ensino. É a esse processo que vamos focalizar daqui em diante, nos restringindo a descrever sua pesquisa em formação de conceitos e apontar desdobramentos que se mostram mais incisivos na justificativa da escolha desse referencial teórico para o nosso trabalho.

3.1.3. Estudo da história evolutiva do pensamento e da linguagem humanos.

A partir de dados de pesquisas filogenéticas, que analisam o desenvolvimento de funções psicológicas e/ou cognitivas – nesse caso do pensamento e da linguagem – de outras espécies, de modo particular os primatas, para se levantar a história evolutiva dessa relação e possivelmente compreender melhor como ela se desenvolve, Vigotski destaca algumas conclusões baseadas principalmente nos estudos de Köhler¹⁴ (1921, apud VIGOTSKI, 2009, p. 142) e Yerkes¹⁵ (1925, apud VIGOTSKI, 2009, p. 142).

O pensamento e a linguagem possuem raízes genéticas distintas, e se desenvolvem por caminhos diferentes e independentes entre si, e a relação entre pensamento e a linguagem não é constante ao longo desse desenvolvimento. Apesar de os antropoides apresentarem um intelecto parecido com o do homem, em algumas situações aprenderem a manejar instrumentos simples e disporem de um aparelho fonador capaz de produzir sons tão distintos quanto o nosso, sua linguagem apresenta apenas funções voltadas à manifestação emotiva ou comunicativa. Não se observa nela a função simbólica característica da espécie humana:

‘As reações vocais’, diz ele [Yerkes], ‘são muito frequentes e variadas nos chimpanzés jovens, mas a fala no sentido humano não existe’ (11, p.53). Seu aparelho fonador é tão desenvolvido e funciona tão bem quanto o do homem, mas lhes falta a tendência de imitar sons. A sua imitação está restrita quase exclusivamente ao campo dos estímulos visuais; eles imitam as ações mas não os sons (VIGOTSKI, 2009, p.119).

A importância da imitação no desenvolvimento da linguagem simbólica nos antropoides será mais bem entendida quando discutirmos o papel que a imitação desempenha na aprendizagem na teoria de Vigotski. Por enquanto, é importante destacar que essa imitação não se restringe a sons, se assim o fosse os surdos não seriam capazes de desenvolver um pensamento simbólico, e não é o que acontece. Como afirma Vigotski “a essência do problema não está nos sons mas no *emprego funcional do signo*, correspondente à fala humana” (2009, p. 122, grifo do autor). Essa incapacidade de atribuir significados à fala e às ações limita o desenvolvimento da linguagem nos antropoides e não permite que eles apresentem “a relação característica do homem: a estreita correspondência entre pensamento e a linguagem” (2009, p. 128).

¹⁴ KÖHLER, W. **Intelligenzprüfungen an Menschenaffen**, 2. Auflage, Berlin, 1921.

¹⁵ YERKES, R. M., LEARNED, E. W. **Chimpanzee Intelligence and its Vocal Expression**. Baltimore, 1925.

Como última conclusão sobre os dados do estudo da filogenia dos antropoides, está a constatação da existência de uma fase pré-fala no desenvolvimento do intelecto e de uma fase pré-intelectual no desenvolvimento da fala. Essa distinção se verifica também na ontogênese do ser humano, mas tem curta duração. Com base na revisão de pesquisas realizadas principalmente por Bühler¹⁶ e Stern¹⁷, Vigotski verifica que as raízes genéticas do pensamento e da linguagem são diferentes também ao longo do desenvolvimento do homem, e que existe “no desenvolvimento da fala da criança um ‘estágio pré-intelectual’” (2009, p. 133), ou seja, apesar de a criança começar a gritar, balbuciar e a emitir suas primeiras palavras por imitação, ela o faz inicialmente utilizando a linguagem com as mesmas funções que foram observadas no desenvolvimento dos antropoides: emocional e social; sem se verificar nenhum suporte intelectual, de pensamento para que a linguagem seja dessa maneira utilizada. E que existe “no desenvolvimento de seu pensamento, um ‘estágio pré-verbal’” (2009, p. 133), em outras palavras, mesmo antes de iniciar o desenvolvimento da linguagem, ou sem a necessidade deste suporte, a criança já apresenta rudimentos de pensamento associado à utilização de instrumentos. Ela consegue operar concretamente de modo intencional, apesar de fazer isso apenas mecanicamente, no sentido literal da palavra.

Mas na ontogênese do ser humano há uma diferença essencial em relação aos antropoides: em certo momento as linhas de desenvolvimento do pensamento e da linguagem se cruzam, e neste momento a criança começa a perceber o significado da linguagem¹⁸, “nessa época a criança *‘faz a maior descoberta de sua vida’*, a de que *‘cada coisa tem o seu nome’*” (STERN, 1922, apud VIGOSTKI, 2009, p. 131). A partir deste momento o pensamento começa a se tornar verbal e a fala, intelectual.

Esse processo se conclui quando a fala egocêntrica da criança se interioriza, transformando-se em pensamento, percurso que se desenvolve em quatro estágios:

Estágio 1: Estágio natural ou primitivo - corresponde “à linguagem pré-intelectual e ao pensamento pré-verbal, quando essas operações aparecem em sua forma original, tal como evoluíram na fase primitiva do comportamento” (VIGOTSKI, 2009, p.137).

Estágio 2: Estágio da psicologia ingênua – manifesta-se no fato da criança ser capaz, de início, de empregar formas gramaticais e estruturais da linguagem sem compreender os

¹⁶ BÜHLER, K. *O desenvolvimento intelectual da criança* (*Dukhóvnoie razvítie rebiónka*), 1924.

¹⁷ STERN, W. *Psicologia da tenra infância* (*Psikhológuiya ránnevo diétstva*), 1922.

¹⁸ Não em toda a sua essência, a função simbólica da linguagem ainda não é percebida, o nome dos objetos é antes uma propriedade deles do que um símbolo utilizado para referenciá-lo, a criança assimila primeiro sua estrutura externa, que depois se transformará em estrutura simbólica.

aspectos lógicos correspondentes a tais formas. “A criança assimila a sintaxe da linguagem antes de assimilar a sintaxe do pensamento.” (VIGOTSKI, 2009, p.138).

Estágio 3: Estágio do auxílio exterior - nesse estágio a criança recorre a signos e operações externas para auxiliar a resolução de problemas internos, como o uso dos dedos para contar, e no que diz respeito à fala, corresponde ao período em que ela faz uso da linguagem egocêntrica.

Estágio 4: Estágio de crescimento para dentro - se caracteriza pela interiorização das operações externas características do estágio anterior; a contagem já é feita mentalmente, assim como as operações lógicas e a linguagem que é interna. Existe, entretanto, uma interação constante entre operações externas e internas podendo uma se transformar na outra facilmente.

O interessante a se notar dessas conclusões é que já se desenha aí a importância da interação social no desenvolvimento da criança. Com relação aos estudos sobre linguagem interior, Vigotski afirma que ela

se desenvolve mediante um lento acúmulo de mudanças estruturais e funcionais; que ela se separa da linguagem exterior das crianças ao mesmo tempo que ocorre a diferenciação das funções social e egocêntrica da linguagem; por último que as estruturas da linguagem dominada pela criança tornam-se estruturas básicas de seu pensamento (2009, p.148).

E conclui,

Com tudo isso revela-se um fato fundamental, indiscutível e decisivo: o desenvolvimento do pensamento e da linguagem depende dos instrumentos de pensamento e da experiência sociocultural da criança. Basicamente, o desenvolvimento da linguagem interior depende de fatores externos: o desenvolvimento da lógica na criança, como demonstraram os estudos de Piaget, é uma função direta de sua linguagem socializada. O desenvolvimento do pensamento da criança depende de seu domínio dos meios sociais do pensamento, isto é, da linguagem (2009, p. 148-9).

3.2. O estudo sobre a formação de conceitos

Segundo Vigotski (2009), quando ele começou a desenvolver suas pesquisas havia duas metodologias principais para o estudo sobre a formação de conceitos: a primeira, chamada por ele *método de definição*, investiga os conceitos já formados através da definição

verbal do conceito dado para o pesquisado, e a segunda são os *métodos de estudo da abstração* em que se pede “à criança que descubra algum traço comum em uma série de impressões concretas” (VIGOTSKI, 2009, p.152) abstraindo e generalizando esse traço dos demais.

Para Vigotski, um dos problemas relacionados ao primeiro método é que o processo de formação do conceito não é analisado, apenas se constata se ele foi ou não formado. Outro é que, por se tratar de um método puramente verbal, não leva em consideração que o processo de formação de conceitos, principalmente nas crianças, está associado ao caráter sensorial vinculado ao conceito, ou seja, ao que a criança pode operar concretamente e se relaciona ao conceito formado.

Quanto ao segundo método, não se leva em consideração a possível influência dos signos no processo de formação de um novo conceito, “Com isto, simplificam infinitamente o próprio processo de abstração, por tomá-lo fora daquela relação específica com a palavra, característica da formação de conceitos, que é o traço distintivo central de todo o processo” (VIGOTSKI, 2009, p. 153).

Outro método, que pode ser considerado intermediário dos dois anteriores, chamado por Vigotski de *sintético-genético*, vincula palavra e material sensorial no estudo da formação de conceitos, foi aplicado por Ach¹⁹ utilizando diversos materiais sensoriais atrelados a palavras sem sentido, ou seja, que não pertenciam ao vocabulário de crianças e adultos, de modo a tornar possível a comparação da formação de conceitos em diferentes faixas etárias. Rimat²⁰, usando uma variante do método de Ach, pôde concluir que crianças até doze anos ainda não possuíam as ferramentas psicológicas básicas para a construção de conceitos, ou seja, que deveria estar incorreta a afirmação de que aos três anos uma criança “domina todas as operações intelectuais de onde se forma o pensamento do adolescente” (VIGOTSKI, 2009, p.155-6).

Para Vigotski, embora os métodos desses dois pesquisadores tenham superado “definitivamente a concepção mecanicista da formação de conceitos, ainda assim não revelaram a efetiva natureza genética, funcional e estrutural desse processo” (VIGOTSKI, 2009, p.163). Para superar essas deficiências, Vigotski adota para sua pesquisa sobre a construção de conceitos, uma metodologia elaborada por seu colaborador L. S. Sákharov, de certo modo oposta ao experimento de Ach, pois enquanto Ach apresenta as palavras logo de

¹⁹ Vigotski menciona Ach sem fazer nenhuma referência mais específica sobre o seu trabalho.

²⁰ RIMAT, F. *Intelligenz untersuchungen anschliessend and die Achische Suchmethode*, 1925.

início, passando por um processo de memorização e depois propõe o problema a ser resolvido, no método de Sákharov, esses momentos se invertem. Nas palavras de Vigotski:

Toda a experiência seguiu o seguinte esquema: diante do sujeito experimental, foram colocadas e espalhadas em um quadro especial, dividido em campos particulares, várias figuras [blocos] de cores, forma, alturas e tamanhos diferentes. Todas elas foram esquematizadas em um desenho. Ao sujeito foi proposta uma dessas figuras, que tinha escritas na parte inferior palavras sem sentido que ele leu.

É proposto ao sujeito que coloque no campo seguinte todas as figuras em que ele ache que esteja escrita a mesma palavra. Depois de cada tentativa do sujeito de resolver a tarefa, o experimentador a verifica, descobre uma nova figura que tem nome semelhante ao da mostrada antes mas que é diferente dela por alguns traços e semelhante em outros [...].

Assim, depois de cada nova tentativa de resolver o problema, aumenta-se o número de figuras mostradas e concomitantemente o número de sinais que as designam; assim, o experimentador ganha a possibilidade de observar como, em função desse novo fator básico, modifica-se o caráter da solução do problema que continua o mesmo em todas as etapas da experiência. Cada palavra foi disposta em figuras relacionadas ao mesmo conceito experimental comum designado por uma dada palavra (VIGOTSKI, 2009, p. 165-6).

Veja a Figura 1 a seguir (VIGOTSKI, 2009, p. 166):

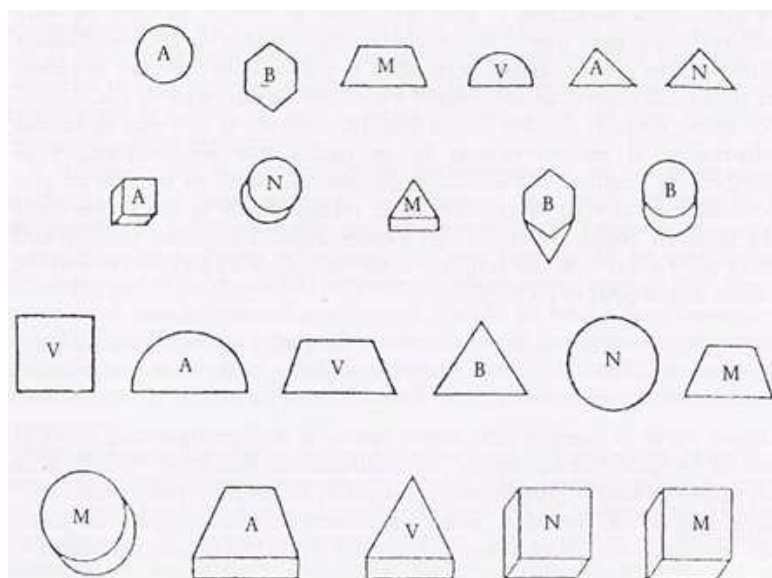


Figura 1 - Blocos para o estudo da formação de conceitos (método Sákharov); os blocos A são azuis; B, brancos; M, vermelhos ou marrons; N, pretos e V, verdes.

Na primeira linha estão os blocos baixos e estreitos que têm a palavra CEV na base; na segunda linha estão os blocos altos e estreitos com a palavra MUR na base; na terceira

linha os blocos baixos e largos correspondentes à palavra BIK e na quarta os blocos largos e altos correspondentes à palavra LAG.

Do ponto de vista genético, essa pesquisa permitiu a Vigotski a formulação do que ele chama de lei geral segundo a qual:

o desenvolvimento dos processos que finalmente culminam na formação de conceitos começa na fase mais precoce da infância, mas as funções intelectuais que, numa combinação específica, constituem a base psicológica do processo de formação de conceitos amadurecem, configuram-se e se desenvolvem apenas na puberdade (VIGOTSKI, 2009, p. 167).

Por meio dessa pesquisa foi possível mapear o desenvolvimento dos processos cognitivos até que se complete a formação de conceitos na adolescência, em que foram identificados três estágios divididos em várias fases, como apresentamos brevemente a seguir:

I) Estágio dos amontoados: característico das crianças de tenra idade²¹ tem como característica o sincretismo e a junção aleatória dos componentes, sem que se possa perceber o uso de uma lógica fatural referentes aos traços dos objetos pertencentes ao grupo.

II) Estágio do pensamento por complexos: predomina na criança até a adolescência; se diferencia do anterior porque nele já é possível encontrar vínculos entre cada objeto escolhido para integrar um grupo como um todo, embora sejam ainda diversos e mutáveis. Esse estágio é subdividido em 5 fases:

A primeira fase se caracteriza pela construção do grupo de blocos a partir de traços comuns à peça inicialmente proposta. Assim os elementos do grupo possuem um vínculo com a peça núcleo mas entre si podem estar totalmente desconexos. Por exemplo, se à criança foi dada uma peça alta azul triangular, ela associa ao grupo uma peça azul, uma triangular, e outra alta.

A segunda fase é chamada de fase das coleções e se caracteriza pela a intenção de se criar uma coleção de peças a partir da primeira, ou seja, de procurar outras peças que sendo diferentes possam complementar o conjunto de peças a fim de chegar a uma coleção. Isso deve ser reflexo do cotidiano da criança que a todo o momento está rodeada de pequenas coleções como um conjunto de objetos para o almoço (prato, talheres e copo) ou de roupas (calça, blusa e sapatos) e assim por diante.

A terceira fase é a dos complexos em cadeia, em que os vínculos estabelecidos deslocam-se do núcleo inicial – o primeiro bloco apresentado ao sujeito – a outro que será a

²¹ Vigotski não especifica as faixas etárias desses estágios

segunda peça escolhida e assim por diante. Por exemplo, se à criança é apresentada uma peça **azul** - triangular - alta, ela escolhe outra **azul** - *retangular* - baixa, e a próxima amarela - *retangular* - alta e assim por diante.

Na quarta fase aparece o complexo difuso – os traços que unem um elemento a outro passam a ser abstratos e difusos; existem, mas podem não ser mais perceptíveis concretamente, isso indica que a criança começa a pensar fora do campo real e concreto.

A quinta fase do pensamento por complexos é caracterizada pela presença do *pseudoconceito*: o conjunto formado parece ter sido formado por meio do estabelecimento de um conceito, mas internamente os motivos que levaram a criação daquele conjunto tem como base o pensamento por complexos. Aqui se destaca um ponto importante da linguagem e o significado que podem auxiliar no entendimento do que seja um pseudoconceito, apesar de a linguagem se desenvolver cedo nas crianças, o verdadeiro conceito, vinculado ao significado da palavra só se desenvolve tardiamente.

Essa precocidade no desenvolvimento da linguagem na criança levou a incorreta conclusão de que o pensamento também estaria já bem desenvolvido nessa fase, mas conforme argumenta Vigotski, a criança usa a palavra com a mesma *referencialidade* concreta do adulto mas com outro significado (2009, p. 210).

III) Terceiro Estágio: com o pensamento por pseudoconceitos se completa a primeira raiz genética que torna possível a formação do pensamento conceitual na criança; a segunda raiz genética se desenvolve no terceiro estágio, dos *conceitos potenciais*, que a rigor não sucede o segundo sequencialmente, pois, ainda que rudimentarmente, suas estruturas básicas, a *abstração* e o *isolamento de elementos*, surgem muito antes de a criança começar a pensar por pseudoconceitos. O pensamento por complexos cria as bases para uma futura generalização, estabelecendo ligações e relações, unificando impressões dispersas e organizando elementos discretos da experiência da criança em grupos.

Mas o conceito, em sua forma natural e desenvolvida, pressupõe não só a combinação e a generalização de determinados elementos concretos da experiência mas também a discriminação, a abstração e o isolamento de determinados elementos e, ainda, a habilidade de examinar esses elementos discriminados e abstraídos fora do vínculo concreto e fatural em que são dados na experiência (VIGOTSKI, 2009, p. 220).

Em síntese, os conceitos potenciais e o pensamento por complexos formam a base necessária para o desenvolvimento dos verdadeiros conceitos. Essa base, apesar de se estruturar na adolescência, dando origem ao pensamento conceitual, ainda opera

independentemente no pensamento dos jovens e adultos, ou seja, possuir o pensamento conceitual formado interiormente não significa que o homem irá recorrer a ele toda vez que estiver frente a um problema, pelo contrário, “É muito frequente o seu pensamento transcender no nível do pensamento por complexos, chegando, às vezes, a descer a formas mais elementares e mais primitivas” (VIGOTSKI, 2009, p. 228-9).

3.3. O estudo sobre formação de conceitos científicos na infância

O estudo de Vigotski a respeito da formação de conceitos científicos na infância possui várias facetas e importantes desdobramentos para o campo educacional. O questionamento central apresentado é se os conceitos espontâneos, que se originam da experiência da criança, desenvolvem-se pelas mesmas vias dos conceitos não espontâneos (particularmente os conceitos científicos) que aparecem na vida escolar da criança.

A diferenciação entre conceitos espontâneos e não espontâneos já havia sido apontada por Piaget. Vigotski vai além ao eleger “os conceitos científicos da criança, como o seu tipo mais puro de conceitos não espontâneos” (2009, p. 260), propondo a investigação de seu desenvolvimento como meio para se encontrar a relação entre esses dois tipos de conceitos, já que o conceito científico permite o estudo detalhado de um conceito real da criança, que não foi introduzido artificialmente para uma análise empírica e se manterá na vida da criança, e porque, ao mesmo tempo, é assimilado e desenvolvido de modo muito próximo à introdução experimental de novos conceitos e não se baseia apenas na experiência concreta da criança, mas em um processo de aprendizagem colaborativo.

Antes de qualquer estudo comparativo entre os conceitos espontâneos e não espontâneos ou científicos, é preciso se certificar de que esses conceitos de fato se distinguem, e isto é feito por Vigotski ao apontar diversas razões a partir de estudos empíricos, teóricos, heurísticos e práticos, dos quais citamos os diferentes aspectos de seus desenvolvimentos e relação com a experiência prática da criança, suas distintas vias de desenvolvimento, o fato de que nos aspectos em que os conceitos científicos mostram sua força (como na definição e explicação verbal do conceito) os conceitos espontâneos mostrarem sua fraqueza e vice-versa.

Os conceitos espontâneos são bem mais estudados do que os conceitos científicos, o que parece um contrassenso já que na prática, para os aspectos ligados à educação, é o

desenvolvimento dos conceitos científicos que deveria ser mais bem estudado. *À priori*, segundo Vigotski, duas linhas de pensamento explicam essa prioridade: uma que não admite nenhum desenvolvimento interno do conceito científico na criança uma vez que ele seria imposto de fora para dentro de modo pronto, acabado; a outra considera que os conceitos não espontâneos em nada diferem dos conceitos espontâneos e por isso não faz sentido traçar uma relação entre eles.

Vigotski contesta essas ideias, especialmente a segunda, pois, ao menos na sua época, não havia estudos consistentes que revelassem que o desenvolvimento dos conceitos científicos se confundiria com os espontâneos, pois o que era feito experimentalmente abrangia apenas o desenvolvimento dos conceitos espontâneos das crianças. Como já citado, segundo Vigotski, quem percebeu a diferença entre esses conceitos e os diferenciou foi Piaget, embora, ainda segundo Vigotski, tenha cometido três erros. O primeiro deles está em considerar que o conhecimento do desenvolvimento dos conceitos não espontâneos em nada refletiriam o pensamento da criança já que eles estão vinculados ao pensamento dos adultos. Para Piaget

só os conceitos espontâneos da criança e as suas representações espontâneas podem servir como fonte de conhecimento imediato da originalidade qualitativa do pensamento infantil. Os conceitos não espontâneos da criança, que se formam sob a influência dos adultos que a rodeiam, refletem não tanto as peculiaridades do pensamento infantil quanto o grau e o caráter de assimilação das idéias dos adultos (VIGOTSKI, 2009, p. 254).

O segundo, ao supor que o desenvolvimento dos conceitos espontâneos em nada interferiria no desenvolvimento dos conceitos não espontâneos e vice-versa; “entre os conceitos espontâneos e não espontâneos existe um limite intransponível, sólido e estabelecido de uma vez por todas, que exclui qualquer possibilidade de influência mútua de um grupo sobre o outro” (2009, p. 255). O terceiro por considerar o desenvolvimento da criança fruto direto da socialização de seu pensamento, quando ela começa abandonar o egocentrismo infantil se abrindo para o mundo exterior, o que contraria outras afirmações suas.

Por um lado, Piaget reconhece que os conceitos não espontâneos da criança não refletem as peculiaridades do pensamento infantil, que este privilégio pertence exclusivamente aos conceitos espontâneos [...]. Por outro lado, uma das teses básicas de sua teoria é o reconhecimento de que a essência do desenvolvimento intelectual da criança está na socialização progressiva do pensamento infantil. Uma das modalidades básicas e mais concentradas do processo de formação de conceitos não

espontâneos é a aprendizagem escolar, logo, o processo de socialização do pensamento mais importante para o desenvolvimento da criança, na forma em que se manifesta na aprendizagem, acaba como que desvinculado do próprio processo interior de desenvolvimento intelectual da criança (VIGOTSKI, 2009, p. 255-6).

A partir dessa análise crítica, Vigotski então estabelece hipóteses de trabalho que foram basicamente formuladas para superar os três erros supracitados, e que posteriormente foram confirmadas com seu estudo. Assim, em relação ao primeiro erro Vigotski apresenta sua primeira hipótese:

deve-se esperar que o desenvolvimento dos conceitos não espontâneos - particularmente dos conceitos científicos que estamos autorizados, a considerar como o tipo de conceitos [não]²² espontâneos superior, mais puro e mais importante em termos teóricos e práticos - revele em estudo especial todas as peculiaridades qualitativas básicas próprias do pensamento infantil em uma determinada fase de evolução etária (2009, p. 260).

Em relação ao segundo erro, Vigotski contrapõe a hipótese de que

no processo de investigação, os conceitos científicos da criança, como o seu tipo mais puro de conceitos não espontâneos, revelam não só traços opostos àqueles que conhecemos da investigação dos conceitos espontâneos, mas também traços afins a eles. O limite que separa ambos os conceitos se mostra sumamente fluido, e no curso real do desenvolvimento pode passar infinitas vezes para ambos os lados (2009, p. 260-1).

E contra o terceiro erro Vigotski apresenta sua terceira hipótese:

entre os processos de aprendizagem e de desenvolvimento na formação de conceitos, devem coexistir não antagonismo mas relações de caráter infinitamente mais complexo e positivo. **É de esperar, antecipadamente, que a aprendizagem venha revelar-se em um processo de estudo especial como uma das principais fontes de desenvolvimento de conceitos infantis e como poderosa força orientadora desse processo.** Essa hipótese se baseia no fato amplamente conhecido de que a aprendizagem é, na idade escolar, o momento decisivo e determinante de todo o destino do desenvolvimento intelectual da criança, inclusive do desenvolvimento dos seus conceitos; baseia-se igualmente na suposição de que os conceitos científicos de tipo superior não podem surgir na cabeça da criança senão a partir de tipos de generalização elementares e inferiores preexistentes, nunca podendo inserir-se de fora na consciência da criança (2009, p. 261-2, grifo nosso).

²² Aparentemente aqui, com base no contexto e nas contínuas retomadas dessa ideia no texto, parece que o autor na verdade situa o conceito científico como um representante crucial dos conceitos não espontâneos. Compare por exemplo com a próxima citação onde sua segunda hipótese é desenhada.

Para sintetizar as principais conclusões e desdobramentos da teoria vigotskiana que surgiram dos estudos relatados principalmente no capítulo 6 de sua obra (2009), recorreremos ao trabalho de Alberto Gaspar (2014), recentemente publicado, de modo particular em seu sexto capítulo, em que o estudo do desenvolvimento dos conceitos científicos na infância é revisado. A sua linguagem e sistematização se mostraram de valiosa riqueza para a nossa melhor compreensão das implicações da teoria de Vigotski na prática educacional, que buscaremos fazer aqui ao propor a utilização de OA no ensino de Física enquanto ele o faz em seu trabalho (2014) voltado a utilização de atividades experimentais para este mesmo fim.

Para estudar a relação entre conceitos espontâneos e conceitos científicos, Vigotski elabora junto com sua aluna e colaboradora J. I. Chif²³ um estudo experimental que consistiu em pedir a criança para completar frases com relações causais, utilizando a palavra *porque*, e adversativas, utilizando a palavra *embora*, em duas esferas de situações: uma que exigia o emprego correto de conceitos espontâneos e outra que exigia o emprego correto de conceitos científicos, aprendidos na escola e relacionados a conteúdos das ciências sociais.

Os resultados dessa pesquisa foram surpreendentes, conforme apresenta a Tabela 3.

Tabela 3 - Comparação do percentual de acerto da solução de testes utilizando conceitos espontâneos e científicos apresentado por Vigotski (2009, p. 243).

	TURMA II	TURMA IV
Teste em “Porque”		
Científico	79,7	81,8
Espontâneo	59,0	81,3
Teste em “Embora”		
Científico	21,3	79,5
Espontâneo	16,2	65,5

Como se vê, em todos os casos, o índice percentual de acerto dos conceitos científicos superou o dos conceitos espontâneos. É difícil atribuir esse fato à menor compreensão dos conceitos espontâneos se comparado aos conceitos científicos, pois a criança está sempre muito mais familiarizada com os conceitos espontâneos, que fazem parte do seu cotidiano, do que com os conceitos científicos, que ela aprende na escola e que muitas vezes nada têm a ver com o ambiente em que ela vive.

²³ CHIF, J. I. **Desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos** (*Razvítie jítêiskikh i naúchnikh ponyátii*), dissertação.

Para Vigotski isso se deve ao fato de a criança, quando se trata de conceitos científicos, dar a resposta com a ajuda do professor, que embora ausente na ocasião em que a criança completa a frase proposta no teste, esteve presente na formulação desse conceito em sala de aula. Vigotski destaca ainda a dificuldade de a criança expressar em palavras situações do cotidiano, pois isso exige que ela use conscientemente palavras cujo significado muitas vezes ela ainda não domina, como as conjunções *porque* e *embora*. Dessa evidência fatural, foi possível concluir que domínio cognitivo dos conceitos científicos sempre está a frente do domínio dos conceitos espontâneos.

Note ainda que a turma IV – correspondente, segundo Gaspar (2014, p. 128, nota de rodapé 64), a alunos no quarto ano do nosso ensino fundamental (EF) –, apresenta percentual de acerto mais elevado do que se comparado com os alunos mais novos da turma II, correspondentes a alunos do segundo ano do EF, mas a distância entre os acertos do emprego dos conceitos científicos e espontâneos diminui consideravelmente, evidenciando que conforme a criança aprende formalmente os conceitos científicos, na escola, seu domínio e arbitrariedade com relação ao uso dos conceitos espontâneos também se desenvolve. Segundo Gaspar, desses resultados, Vigotski chega a duas conclusões iniciais:

1. O domínio cognitivo dos conceitos científicos pela criança está sempre à frente do domínio cognitivo dos conceitos espontâneos.
2. O avanço da criança no domínio cognitivo de seus conceitos espontâneos se deve à aprendizagem dos conceitos científicos (2014, p. 132).

Há de se notar ainda a diferença entre os acertos dos testes causais e adversativos. Na turma II, as crianças ainda não têm domínio de relações adversativas mesmo na esfera dos conceitos espontâneos, porque nas conversas cotidianas com os adultos esses tipos de relações pouco aparecem. Essa lacuna no *background* de conceitos espontâneos, que não ocorre para os alunos da turma IV, dificulta também o aprendizado dos conceitos científicos que empregam essas relações. Assim, o domínio dos conceitos científicos depende da familiaridade da criança com os conceitos espontâneos.

Em outras palavras, a aprendizagem de conceitos científicos depende do domínio dos conhecimentos espontâneos correlatos: quando há esse domínio, a aprendizagem ocorre; quando não, a aprendizagem não ocorre. Aliás, foi por essa razão que as conjunções *porque* e *embora* foram escolhidas por Vigotski e Shif em suas pesquisas: a primeira, *porque*, por já está presente no pensamento espontâneo da maioria das crianças da segunda série; a segunda, *embora*, por ainda não estar. (GASPAR, 2014, p. 133, grifo do autor).

Outras séries de investigações complementaram as relações entre os conceitos espontâneos e os científicos. Elas se mostram muito importantes para fins educacionais, pois objetivam estabelecer relações entre a aprendizagem (relacionada ao ensino escolar e a aquisição de conceitos científicos) e o desenvolvimento cognitivo da criança (relacionado com seu desenvolvimento genético); não as descreveremos aqui, optamos apenas por elencar suas conclusões principais.

A aprendizagem promove o desenvolvimento cognitivo e não o contrário, ou seja, do ponto de vista da teoria vigotskiana a ideia de que a criança só possa aprender um determinado conteúdo escolar se ela dispuser das estruturas cognitivas necessárias para essa aprendizagem está equivocada. No entanto, esse processo nunca é imediato, as estruturas cognitivas que se desenvolvem por meio das exigências colocadas quando da apresentação de um novo conteúdo demandam algum tempo para se completarem.

[...] no momento da assimilação de alguma operação aritmética, de algum conceito científico, o desenvolvimento dessa operação ou conceito não termina mas apenas começa, a curva do desenvolvimento não coincide com a curva do aprendizado do programa escolar; no fundamental a aprendizagem está à frente do desenvolvimento (VIGOTSKI, 2009, 324 p.).

Logo, a educação possui um caráter decisivo, pois a aprendizagem pode levar a uma estruturação interna nova ou melhorada que poderá servir de base não só para o que foi inicialmente aprendido como para o aprendizado de novos conceitos. Isso se relaciona com a teoria *da disciplina formal de Herbart*²⁴ que “compreende a concepção de que existem matérias de ensino que não só fornecem os conhecimentos e habilidades contidos no próprio objeto como ainda desenvolvem as faculdades mentais gerais das crianças” (VIGOTSKI, 2009, p. 305). Dessa forma, apesar de estudarmos tópicos diferentes de disciplinas isoladas, ao aprender algo novo em uma matéria a criança está “aprendendo uma estrutura que, em seu pensamento, transfere-se para outros campos” (2009, p. 326), existindo assim uma interdependência e interligação entre funções psíquicas isoladas que se aplicam a funções superiores distintas.

Vigotski concluiu que a aprendizagem promove o desenvolvimento cognitivo e também procurou estabelecer o limite em que esse processo é viável por meio do conceito de

²⁴ Não há citações formais sobre este autor, mas segundo as ideias apresentadas por Vigotski ele deve ser Johann Friedrich Herbart (1776-1841), filósofo alemão que se dedicou à área pedagógica. Para uma breve revisão de sua obra consulte: <http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/per13.htm> (Último acesso: 18/06/2014).

zona de desenvolvimento imediato (ZDI²⁵). Segundo ele, não é suficiente estabelecer o nível de desenvolvimento atual da criança, ou seja, avaliar o que ela consegue desenvolver corretamente sozinha, mas também é importante saber até onde essa criança consegue ir, resolvendo problemas quando trabalha em colaboração com alguém, ou seja, o limite máximo de seu desenvolvimento com auxílio de alguém mais capaz. Assim a ZDI corresponde à “distância” entre o nível de desenvolvimento atual da criança determinado a partir daquilo que ela consegue fazer sozinha e o nível de desenvolvimento encontrado quando ela resolve uma tarefa com o auxílio de alguém mais capaz que ela na área em que se insere essa tarefa. É importante que se tenha uma noção da ZDI da criança para que o conteúdo a ser ensinado não esteja fora dessa região.

Além de Vigotski estabelecer os limites no qual a aprendizagem deve ocorrer, seus trabalhos o levaram a evidenciar qual seria o fator determinante para que ela de fato ocorra.

se a criança aprende mais em colaboração, dentro de sua zona de desenvolvimento imediato, como se dá esse processo? Como essa colaboração faz a criança ir além do que iria se estivesse estudando sozinha? A resposta de Vigotski é simples e direta: por imitação! Trata-se de uma resposta surpreendente, para não dizer constrangedora, sobretudo para a maioria dos pesquisadores em ensino de Ciências (GASPAR, 2014, p. 141).

Assim, o processo de imitação se destaca como fator importante na aprendizagem, uma vez que só se consegue imitar aquilo que se tem estruturas básicas para fazê-lo no que pode evidenciar o limite superior da ZDI. Mesmo sendo um assunto controverso, por ser a imitação considerada por muitos um processo mecânico, Vigotski argumenta que a mecanização atribuída ao processo de imitação, se restringe aos animais,

Na criança, ao contrário, o desenvolvimento decorrente da colaboração via imitação, que é a fonte do surgimento de todas as propriedades especificamente humanas da consciência, o desenvolvimento decorrente da aprendizagem é o fato fundamental. Assim, o momento central para toda a psicologia da aprendizagem é a possibilidade de que a colaboração se eleve a um grau superior de possibilidades intelectuais, a possibilidade de passar daquilo que a criança consegue fazer para aquilo que ela não consegue por meio da imitação. Nisto se baseia toda a importância da aprendizagem para o desenvolvimento, e é isto o que constitui o conteúdo do conceito de zona de desenvolvimento imediato. A imitação, se concebida em sentido amplo, é a forma principal em que se realiza a influência da aprendizagem sobre o desenvolvimento [...] Porque na escola a criança não aprende o que sabe fazer sozinha mas o que ainda não sabe e lhe vem a ser acessível em colaboração com o professor e sob sua orientação (VIGOTSKI, 2009, p. 331).

²⁵ Também conhecida como Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

A necessidade de uma colaboração próxima entre um parceiro mais capaz, que geralmente é o professor na sala de aula, bem como o reconhecimento de que os conceitos são historicamente e socialmente desenvolvidos como função direta das interações sociais, serão pontos fundamentais que buscaremos identificar na nossa análise sobre o uso de OA no ensino. Apesar de neste trabalho não termos tido a intenção de verificar se o processo de aprendizagem ocorreu ou não nos alunos que participaram da nossa pesquisa, com a atividade prática por nós realizada e apresentada nos próximos capítulos, buscamos tentar evidenciar o potencial que as atividades envolvendo OA podem ter em possibilitar um número grande de interações sociais decorrentes da colaboração do professor com o aluno.

Além disso, a avaliação da motivação dos alunos frente às atividades propostas foi muito destacada, tanto pelos professores, quanto pelos alunos. Já vimos, no capítulo anterior, que a característica motivacional no processo educativo advindo das metodologias propostas com o uso de simuladores, hipermídias e software de modelagem computacionais tem ganhado grande destaque na literatura, até mesmo porque a avaliação de uma aprendizagem efetiva é um processo mais complexo e demorado que muitas vezes continuam a conduzir a resultados com grandes limitações.

Surpreendente foi encontrar no trabalho de Vigotski, apenas recentemente mais difundido, conforme atesta Gaspar (2014), a valorização do papel da motivação no pensamento, “segundo Vigotski, a motivação é a origem do pensamento, o estudo da motivação pode ser considerado o ponto de partida de qualquer processo de aprendizagem fundamentado em sua teoria” (GASPAR, 2014, p. 176).

De acordo com a teoria vigotskiana, no processo de interiorização da linguagem, o cérebro humano realiza alguma forma de decodificação da linguagem exterior (que na infância é intermediado pela linguagem egocêntrica) transformando em linguagem interior, ou seja, pensamento verbalizado. Essa decodificação que possibilita esse movimento de fora para dentro é fundamental para que ocorra a aprendizagem e depende da estrutura cognitiva do sujeito que aprende, por isso o modo que internalizamos a linguagem e construímos o nosso pensamento, difere da linguagem exterior que lhe deu origem.

Se a interiorização da linguagem exterior resultasse diretamente em pensamento, o pensamento e a linguagem exterior seriam processos idênticos, o que não é verdade. Como dizia Vigotski, se assim fosse, nem camponeses nem pensadores e escritores teriam dificuldade em 'expressar pensamentos por meio de palavras.' (GASPAR, 2014, p. 177).

Segundo Vigotski, a comunicação entre as pessoas sempre passa por meios indiretos – em geral, pelo uso da linguagem exterior – por isso não pode se concretizar através da transmissão direta do pensamento de uma para a outra. Além dessa impossibilidade decorrente da decodificação que gera a linguagem interior, outro fator relevante para que essa comunicação se efetive são os motivos que levam as pessoas realizarem essa decodificação, “O próprio pensamento não nasce de outro pensamento mas do campo da nossa consciência que o motiva, que abrange os nossos pendores e necessidades, os nossos interesses e motivações, os nossos afetos e emoções” (VIGOTSKI, 2009, p. 479).

Assim, conclui Gaspar,

[...] se o pensamento se origina da motivação, pode-se afirmar que a interiorização da linguagem, origem do pensamento, só ocorre se houver um motivo, para que a mente se disponha a ‘assumir’ essa tarefa. Então, se para aprender é preciso pensar, pode-se concluir que para aprender é preciso também querer - não há aprendizagem à revelia (2014, p. 178).

Com isso concluímos este capítulo de síntese do trabalho de Vigotski, destacando o papel do parceiro mais capaz e das interações sociais no processo de interiorização que ocorre na aprendizagem e o papel da motivação, necessária para concretização do estágio do *crescimento para dentro*. No próximo capítulo, descrevemos o início do nosso projeto de pesquisa destacando suas questões e evidenciando mais especificamente a relação entre o que foi realizado e a teoria vigotskiana.

4. PROJETO DE PESQUISA INICIAL

4.1. Motivação inicial

Nosso projeto nasceu com a motivação de estudar a introdução de OA como recurso didático no ensino de Física. Essa motivação já havia sido instigada em mim, aluna do programa, em um trabalho realizado em 2010 em que fazia uso desses recursos num curso extracurricular de uma escola particular de São José dos Campos, cidade localizada no interior de São Paulo. Apesar de esse trabalho não ter sido desenvolvido para fins de pesquisa, a experiência adquirida desde sua concepção, passando pelo planejamento e aplicação em duas turmas diferentes, despertou meu interesse pelo uso desses recursos tecnológicos no ensino.

O uso pedagógico dos OA parecia ser então, muito defendido pelos especialistas, mais de quarenta pesquisadores, por exemplo, tiveram seus trabalhos reunidos em uma publicação de Brasil, MEC e SEED (2007) para subsidiar esta ideia, além disso, era notável a crescente disponibilização de novos OA na Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED), principal banco de objetos de aprendizagem disponível gratuitamente na internet na época em que tive o primeiro contato com eles.

Com isso, pareceu-nos justificada a escolha desses OA disponíveis na internet como foco de pesquisa com o objetivo de investigar se eles poderiam de fato auxiliar a prática pedagógica dos professores em suas aulas e de que maneira o professor poderia articulá-los com da Proposta Curricular do Estado de São Paulo (2008a).

A nossa experiência na criação do curso extracurricular multidisciplinar com os OA em 2010, acima citado, nos indicava que o caminho a seguir não seria muito simples, uma vez que já havíamos enfrentado diversos problemas técnicos durante sua fase de planejamento, como, para citar apenas dois, o fato de a página do RIVED sair do ar constantemente e de sua ferramenta de busca não funcionar adequadamente.

Mesmo com essas dificuldades, resolvemos por levantar a hipótese de que o uso de simulações computacionais poderia ser de grande valia para o ensino de Física, e que os professores encontrariam neles a oportunidade de dispor de uma metodologia complementar viável e confiável que poderia entre outras coisas motivar e despertar o interesse dos alunos

nas aulas de Física. Além disso, tivemos a oportunidade de conhecer alguns trabalhos que preconizavam a utilização desses recursos principalmente como alternativa para o ensino de conteúdos em que a experimentação convencional é de difícil concretização, como no ensino de Física moderna – exemplo dessa aplicação pode ser vista no trabalho de Sales, et al. (2008).

O fato de os jovens estarem cada vez mais familiarizados com computadores e jogos virtuais e, de modo geral, se interessarem por essa tecnologia, se constituía em uma motivação a mais para fazer uma pesquisa que pudesse ajudar a integrar, de forma realista, os OA na prática docente do ensino médio. Vale destacar, entretanto, que o objetivo principal não estava voltado para a atividade com os OA em si, que a nosso ver já era bem defendida, mas verificar se nas condições atuais de recursos e trabalho dos professores do ensino médio essa utilização poderia ser realizada com sucesso. Em outras palavras, nosso objetivo seria verificar se o uso de OA como alternativa didática à aprendizagem dos tópicos de Física é possível, eficaz e pode se constituir em prática habitual nas salas de aula.

4.2. Questões que se descortinavam a partir das motivações iniciais

Inicialmente, refletindo especificamente sobre a situação de um professor de Física da rede pública do Estado de São Paulo, ponderamos a princípio se, de modo geral, ele tinha à sua disposição os recursos técnicos suficientes para incorporação do uso de OA em suas aulas.

Os OA com os quais planejamos trabalhar estão disponíveis gratuitamente na internet em repositórios financiados pelo governo, além disso, com o Programa Acesso Escola, criado pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (Resolução SE - nº 37 de 25/04/2008) para disponibilizar a comunidade escolar acesso aos computadores e à internet, a grande maioria das escolas públicas do Estado de São Paulo já contava com a presença de um laboratório de informática e com o auxílio de estagiários. Assim, sem considerar questões vinculadas à preparação pedagógica do professor com relação aos seus conhecimentos técnicos de informática e de articulação dos OA para o ensino em relação à elaboração de sequências didáticas, diversas questões se delineavam:

1. Considerando um professor com bom manejo computacional, capaz de estabelecer a articulação entre um OA e uma sequência didática, o acesso aos OA e a existência de

laboratório de informática na escola são suficientes para que ele seja capaz de desenvolver adequadamente uma atividade com o uso de um OA?

2. O que um professor de Física precisa fazer, ter ou saber para utilizar de modo eficiente um software de simulação ou animação em suas aulas durante o ano letivo e assim incorporar um dos recursos das novas TIC na sua prática docente?

3. Os diversos OA disponíveis gratuitamente na internet e os programas de incentivo a inclusão digital, como o ACESSA ESCOLA, que otimizam o uso de computadores nas escolas públicas do Estado de São Paulo oferecem subsídios suficientes para o professor motivar-se a adotá-los em sua prática docente?

3. Existem OA significativos, que possibilitem uma proveitosa interação do aluno com o software e que possam ser articulados com o currículo do Estado de São Paulo?

4. Quais são as principais causas da resistência de muitos professores em utilizar esses recursos digitais apesar da insistente recomendação do governo na inserção dessas tecnologias no ensino? Que outras motivações e suportes ao professor são ainda necessários para que o uso desses objetos de aprendizagem em sala de aula passe de propostas e se incorpore em novas práticas pedagógicas?

5. O auxílio dos guias pedagógicos dos OA e as informações disponíveis nos sites desses bancos de dados possibilitam o professor com conhecimentos básicos de computação utilizar esses recursos em suas aulas?

Essas questões foram surgindo ao longo da nossa experiência vivida ao procurar aplicar atividades que utilizavam OA em salas de aulas com alunos de ensino médio da rede pública, embora nem sempre tivessem a forma e a disposição apresentada acima. Elas foram dispostas desse modo para facilitar a apresentação dos resultados da primeira fase do projeto que apresentaremos a seguir.

4.3. Descrição do projeto inicial.

O projeto inicial teve duas fases distintas: a primeira, da escolha dos OA que possuíam articulação com o currículo do Estado de São Paulo e do planejamento das atividades envolvendo os OA com o desenvolvimento de planos de aula que pudessem oferecer um contexto que desse suporte ao seu uso; a segunda, da aplicação da sequência de

aulas preparada e das atividades realizadas na sala de informática onde os OA seriam utilizados pelos estudantes em duplas, tendo como orientação a prática desenvolvida por Heckler e Saraiva:

Procuramos sempre incentivar os alunos a realizar as atividades em duplas, de maneira a facilitar a troca de ideias e estimular a criação dos elos aluno-aluno e professor-aluno, promovendo as interações sociais que, segundo Vygotsky, são indispensáveis ao desenvolvimento cognitivo (2007, p. 271).

Como meio de coletas de dados usaríamos mapas conceituais sobre o conteúdo dos OA realizados pelos alunos antes e depois da sua utilização; para isso antes do início das atividades com os OA aulas seriam ministradas para ensiná-los como construir bons mapas conceituais. Além disso, as aulas na sala de informática seriam gravadas em vídeo com o objetivo de captar pequenos episódios que pudessem de modo qualitativo fornecer indícios do potencial da aula em criar situações que promoviam interações sociais, já que víamos neste ponto, devido ao nosso referencial adotado, uma questão crucial sobre o potencial de aprendizagem e desenvolvimento apresentado pelo uso dos OA.

Deste projeto inicial, realizamos a primeira fase com sucesso, mas da segunda fase apenas as aulas sobre mapas conceituais foram realizadas satisfatoriamente, o que levou a reformulação do projeto conforme apresentaremos no Capítulo 5. Nas próximas subseções deste capítulo apresentamos o que foi de fato realizado e os resultados preliminares que puderam ser destacados a partir principalmente da realização da primeira fase deste projeto inicial.

4.3.1. Escolha dos Objetos de Aprendizagem

Para a escolha dos OA procuramos softwares interativos do tipo simulação ou animação que abordassem tópicos específicos relacionados diretamente com a nova proposta curricular de Física do governo do Estado de São Paulo (2008a, 2008b, 2008c, 2008d, 2008e) para turmas de 2º e 3º ano do Ensino Médio. A procura visou encontrar dispositivos virtuais que permitissem a interação do aluno com o programa, não apenas por meio de vídeos, tutoriais e animações, mas que permitissem a manipulação e inserção de objetos e dados, de modo que o aluno pudesse agir sobre o OA de forma ativa.

Essas características do software, encontradas especialmente nas simulações computacionais, conforme revisamos no capítulo 2, a nosso ver aumentam a possibilidade de tomada de decisões por parte dos alunos enquanto interagem com ele e, por isso, podem aumentar também a necessidade de eles estabelecerem interações sociais entre si e com o professor. Uma vez que acreditamos que essas interações sejam fundamentais no processo de construção dos conceitos científicos, como aponta Vigotski (2009), durante a escolha dos OA fizemos uma análise preliminar de cada software procurando escolher aqueles que oferecessem mais possibilidades de entrada de dados e de manipulação por parte dos alunos, com o objetivo de verificar se estas características teriam potencial de levar os alunos a um maior número de interações sociais conforme eles estivessem sendo utilizados.

Tabela 4 - Endereço eletrônico dos OA escolhidos e sua relação com os conteúdos gerais do Currículo do Estado de São Paulo.

<i>Bimestre</i>	<i>Conteúdos Gerais e Site do OA relacionado</i>	<i>Público Alvo</i>
1º	Circuitos elétricos; http://www.nec.fct.unesp.br/NEC/RIVED/Objetos.php	3º ano do EM
2º	Geradores e motores elétricos; http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/15659	3º ano do EM
3º	Câmara escura; http://ambiente.educacao.ba.gov.br/conteudos-digitais/conteudo/exibir/id/383	2º ano do EM
4º	Cores; http://201.55.67.236/acessa_fisica/index.php/acessafisica/Midias/Software/Cores	2º ano do EM

Na Tabela 4 podem-se conferir os conteúdos gerais escolhidos que possuíam um OA do tipo simulação, interativo o suficiente para preparação da atividade desejada. Eles estão referenciados na Proposta Curricular do Estado de São Paulo (2008a) acompanhados de endereço eletrônico nos quais é possível encontrar os OA escolhidos²⁶. Um deles, intitulado

²⁶ Note ainda que mesmo tendo utilizado como referência os bancos mais expressivos de OA, ou seja, o RIVED e o BIOE, dois OA foram encontrados em outras fontes. Um no Ambiente Educacional Web, do Projeto

Geradores e motores elétricos, não se trata apenas de simulação computacional, mas é uma hipermídia. Apesar de estruturalmente diferente dos demais OA buscados e escolhidos por nós, encontramos grande número desses tipos de OA nos repositórios consultados, e como esse trazia consigo uma simulação e pôde ser articulado com o currículo em um bimestre independente dos demais achamos conveniente selecioná-lo.

A seguir descreveremos de modo sucinto os OA escolhidos, destacando quais, a nosso ver, são seus pontos fortes e fracos bem como para qual *Situação de Aprendizagem* presente nos cadernos do professor de Física do Governo de São Paulo (2008b, 2008c, 2008d, 2008e) eles poderiam ser adaptados e aplicados como ferramenta complementar ao ensino na sala de aula.

a) Circuitos elétricos – 3º Ano EM

Esse OA é, dentre os escolhidos, aquele que permite o maior grau de interação aluno-software, aluno-aluno e possivelmente aluno-professor. Ele simula uma placa de testes em que é possível montar diversos circuitos elétricos. Para isso existem duas páginas principais, uma na qual o aluno escolhe o tipo e formato de fio a ser usado além da bateria e de resistores, e vai colocando pequenos pedaços de fios e componentes elétricos de modo a conseguir criar um circuito fechado que não esteja em curto²⁷, veja a Figura 2.

Na outra página, que aparece ao se clicar nos resistores colocados no circuito, é possível escolher diversos aparelhos elétricos de uso cotidiano – Figura 3 –, e ligá-los para verificar seu funcionamento, comparando suas especificações nominais com a leitura dos parâmetros elétricos que são fornecidos quando o circuito está ligado, que mostra também se o aparelho está funcionando bem ou não, ou se queimou.

O modelo físico utilizado para a programação desse simulador, entretanto, considera um circuito ideal: com fios sem resistência e dispositivos ôhmicos; o que se distancia da realidade quando, por exemplo, lâmpadas incandescentes são utilizadas, porém com o cuidado de se deixar claro essas condições ele pode ser utilizado para trabalhar com diferentes tópicos sobre circuitos elétricos.

Conteúdos Digitais Educacionais da Secretaria de Educação do Estado da Bahia e, outro, no site do projeto Acessa Física do Ministério da Educação (MEC) e do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), apesar deste último também estar no BIOE.

²⁷ O OA alerta o aluno quando ele não coloca nenhum resistor em algum ramo do circuito elétrico, apesar de não mencionar que este se encontra em curto.

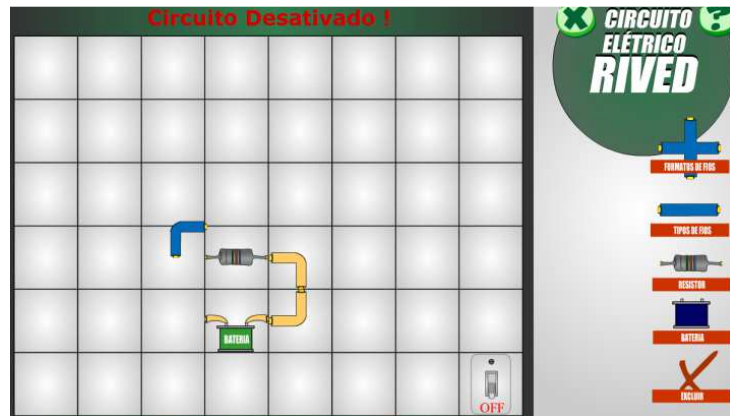


Figura 2 - Placa de teste do OA de circuitos elétricos onde o circuito fechado é montado com os componentes genéricos.

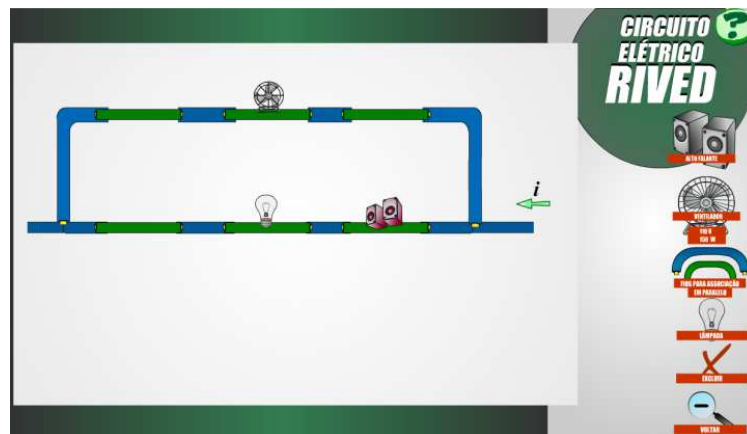


Figura 3 - Página onde os dispositivos elétricos são colocados e testados no OA de circuitos elétricos.

A proposta do plano de aula para o uso desse OA era de utilizá-lo alternativamente como base para a realização da Situação de Aprendizagem 3 da apostila 1 do material curricular de SP (2008d) que prevê a ligação de lâmpadas para ensinar algumas implicações práticas das ligações em série e em paralelo em um circuito elétrico. A vantagem adicional que esse software apresenta é a incorporação de análises quantitativas que podem levar o aluno, com o auxílio do professor, à formulação da 1ª Lei de Ohm, além da relação entre potência elétrica, tensão (diferença de potencial) e intensidade de corrente. Ligando outros aparelhos elétricos no circuito, os alunos ainda podem discutir diferentes usos da energia elétrica atentando para as transformações de energia envolvidas no circuito. Observando os valores das intensidades de corrente elétrica e tensão eles podem ainda perceber o que ocorre com esses parâmetros nos circuitos em que há ligação de resistores em série e em paralelo, o que não é previsto inicialmente pelo material do professor.

b) Geradores e motores elétricos – 3º ano EM

Esse OA é, entre os escolhidos, o mais diversificado quanto aos recursos midiáticos utilizados e suas propostas (veja Figura 4). Trata-se de um recurso completo (hipermídia) com *menu* de nove páginas contendo vídeos explicativos, desafios, avaliação, e um laboratório virtual no qual é possível “montar” um motor e um gerador elétrico e verificar a relação entre tensão elétrica e frequência do giro da bobina (no caso do motor) ou da manivela (no caso do gerador).



Figura 4 - *Menu* principal do OA Geradores e Motores elétricos, evidenciando suas diversas páginas.

A palavra montar foi colocada no parágrafo anterior entre aspas, porque o software não permite que o aluno experimente diferentes tipos de montagens dos componentes do motor; pelo contrário, o aluno só precisa arrastar alguns componentes, que já estão em marca d'água, para seus lugares (veja Figura 5).

Assim, apesar de esse OA apresentar diversas páginas com desafios e vídeos, a interação do aluno com a simulação do experimento propriamente dito deixa a desejar, pois seu objetivo se restringe à finalidade dos motores e geradores elétricos (transformação de energia mecânica em elétrica e vice-versa) e não em como isso é possível na prática.

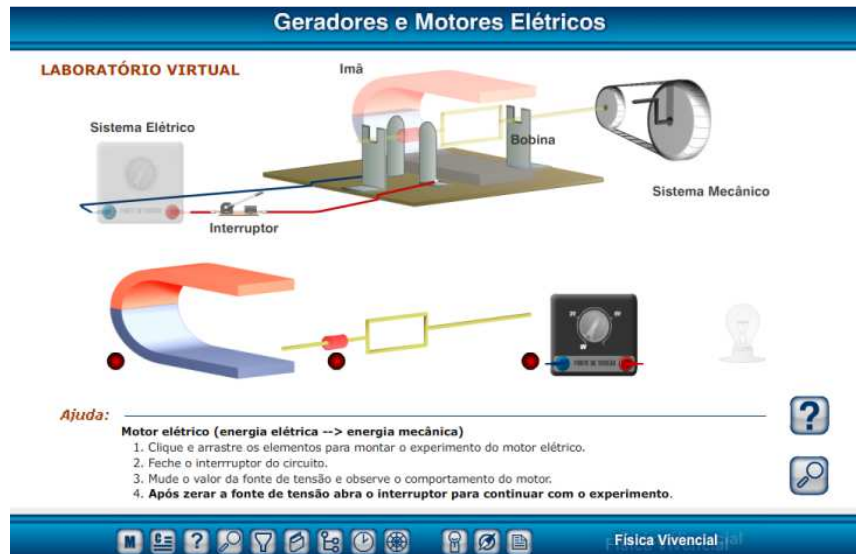


Figura 5 - Montagem do motor elétrico do OA Geradores e Motores elétricos, revelando a posição pré-determinada de seus componentes.

A relação entre esse OA e o currículo poderia ser estabelecida com as Situações de Aprendizagem 4 e 5 do caderno 2 do governo de SP (2008e) que preveem a construção de um motor elétrico simples e a manipulação de um dínamo.

c) *Câmara escura – 2º Ano do EM*

A câmara escura, sua relação com a máquina fotográfica e com o olho humano, é proposta na Situação de Aprendizagem 7 da apostila 3 do 2º ano do EM (SÃO PAULO, 2008b). Por esse motivo, escolhemos esse OA que aborda algumas de suas características principais e mostra como elas podem auxiliar na compreensão do processo de formação da imagem. Dentre elas estão: a distância do objeto até a câmara, o diâmetro do orifício e o uso ou não de lentes, caso da câmara fotográfica. (veja Figura 6).

Apesar de o OA permitir a interação do aluno com o software, essa interação não é muito efetiva uma vez que não pressupõe a resolução de nenhum problema específico, ou seja, o aluno pode puxar um botão pra lá ou pra cá sem que tenha nenhuma razão para isso. O tutorial que acompanha o software, apresentado por meio da conversa de dois personagens, não apresenta de forma clara a proposta da interação do aluno com o OA (veja Figura 7). Por isso, nesse caso, pareceu-nos imprescindível apresentar aos alunos um roteiro norteador, com testes experimentais virtuais que eles pudessem fazer com o auxílio do software para ser capaz de compreender os conceitos relacionados à câmara escura, suas implicações e extensões.

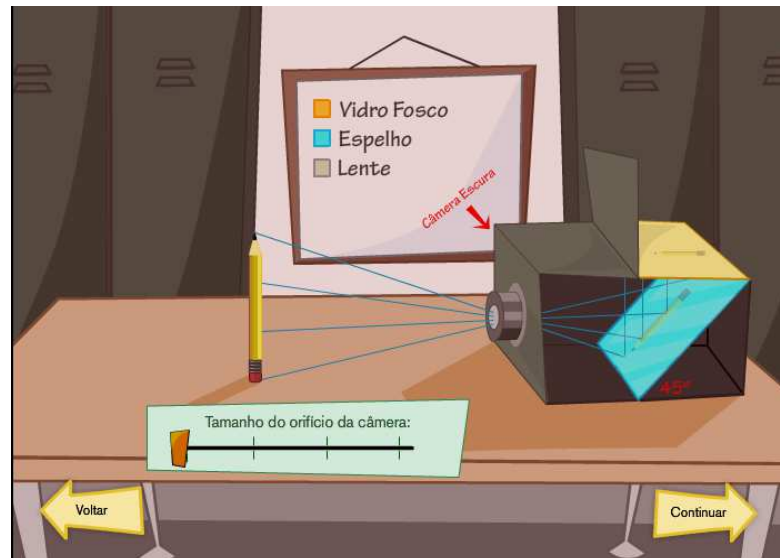


Figura 6 - OA da Câmara escura: manipulação do parâmetro tamanho do orifício.



Figura 7 - Tutorial do OA da Câmara escura.

d) Cores – 2º Ano do EM

Este último OA pode ser facilmente utilizado e adaptado para alcançar os objetivos propostos pela Situação de Aprendizagem 1 e 2 do caderno 4 do 2º ano do Ensino Médio do Estado de SP (2008c), pois é interativo e contempla os métodos de adição (Figura 9) e subtração (Figura 8) de cores. Possibilita ainda a aquisição dos conceitos de cor-luz e cor-

pigmento, uns dos principais objetivos desse tema, proposto pelo material do professor e do aluno.

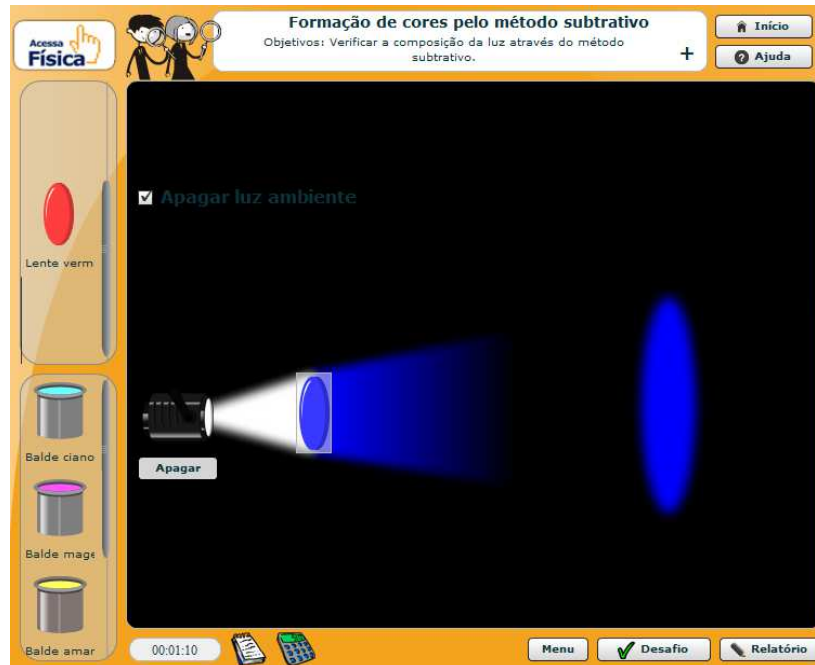


Figura 8 - OA Cores: simulação do método subtrativo de mistura de cores.

O software permite que o aluno misture as diversas cores de luz e observe a cor resultante, bem como o leva a perceber de que maneira a iluminação influencia na cor dos objetos. Outros detalhes são interessantes nesse OA: o primeiro é a possibilidade de determinar a intensidade de cada holofote colorido pelo método de adição de cores, o que é importante para o aluno perceber que diferenças na intensidade de uma cor com relação à outra numa mistura modificam a cor resultante.

Ainda nesse sentido, caso o professor tente montar o experimento proposto pelo roteiro 2.2 da Situação de Aprendizagem 2 do caderno 4 de Física, ele notará que dificilmente as lâmpadas coloridas comuns ou de *leds* (com especificações nominais iguais e da mesma marca) emitem a mesma intensidade de luz, o que faz com que a observação da mistura das cores proposta no material se torne difícil – afirmamos isso por experiência própria. Em compensação, o software pode mostrar ao aluno por que, ao acendermos as lâmpadas vermelha e verde, de um experimento real, podemos enxergar a cor laranja e não a amarela como está previsto em sua apostila (veja Figura 9).



Figura 9 - OA Cores: simulação do método aditivo de mistura de cores.

Esse OA também apresenta a função dos filtros na parte de formação de imagens pelo método subtrativo (veja Figura 8). Por razões didáticas, entretanto ele representa os rastros da luz colorida ao longo de seu percurso que só podem ser de fato visualizados se alguma dispersão coloidal estiver presente no ambiente, como fumaça ou poeira, para que a luz possa ser refletida em direção aos olhos do observador.

Apesar de destacarmos as Situações de Aprendizagem em que esses OA podem ser utilizados como meio didático alternativo ao trabalho do professor, não nos pareceu que esses recursos sejam mais efetivos se comparados às atividades experimentais trazidas pelo material do governo. Pelo contrário, sabemos que uma simulação é apenas uma modelagem aproximada da realidade e, por isso, muitas vezes pode limitar a compreensão dos alunos frente a um fenômeno físico. O que fizemos nessa primeira fase de planejamento do projeto inicial, que teve de ser modificado, como relatamos adiante, foi encontrar e estabelecer um paralelo consistente entre a proposta curricular do governo do Estado de São Paulo e os OA disponíveis na internet. Isso, pelo menos na teoria, nosso trabalho mostrou ser possível.

Além da escolha dos OA, a primeira fase do projeto inicial incluiu a construção da sequência didática a ser trabalhada com os alunos antes da atividade em laboratório e o planejamento da própria atividade com o OA. Como optamos por escolher simulações computacionais que permitiam grande interação com os alunos e alguns desses OA não possuíam objetivos claros de ensino, elaboramos roteiros norteadores com duplo objetivo: o

primeiro, propor atividades específicas com fins educativos específicos que pudessem guiar a observação dos alunos para o fenômeno que de fato eles deveriam observar, mas que, ao mesmo tempo – quando o OA assim o permitia – os alunos pudessem utilizar o software de modo independente; o segundo, que esses roteiros pudessem servir como meio complementar ou único de avaliação da atividade realizada por eles. No anexo D, apresentamos os roteiros das aulas dos OA que de fato foram utilizados pelos alunos no projeto final deste trabalho.

4.3.2. Tentativas de utilização dos OA do projeto inicial.

Após o período de planejamento das atividades, escolha dos OA e elaboração das sequências didáticas a eles associadas em consonância com o currículo, entramos na fase de aplicação das atividades.

A primeira atividade a ser aplicada na escola estudada correspondia ao primeiro bimestre e ocorreria em duas turmas do 3º ano do ensino médio. Conforme o planejamento bimestral da disciplina, a aula de laboratório estava prevista para a 5ª semana do ano letivo de 2012, precedida por algumas atividades teóricas preliminares.

No ano letivo anterior, algumas tentativas de inserção de OA nas aulas de Física já haviam sido feitas por nós, mas não tiveram sucesso. No primeiro semestre isso aconteceu porque o laboratório do ACESSA Escola ficou fechado por falta de estagiários; no segundo semestre, porque não tivemos o cuidado de salvar o OA a ser utilizado nos computadores dos alunos antes que a aula se iniciasse, pois não imaginávamos que o que havia demorado poucos segundos para ser salvo em um computador portátil, demoraria cerca de 50 minutos para ser aberto no laboratório, devido à lentidão da conexão com a internet em rede, potencializada com o uso simultâneo de todos os computadores do laboratório.

Em outra tentativa preliminar, mesmo tendo salvo o OA de antemão em cada computador, o insucesso permaneceu, devido ao desconhecimento dos estagiários e nosso de que, se os alunos fizessem *login* no sistema *Blue Control* utilizado pelo ACESSA Escola, eles não teriam acesso aos programas e arquivos anteriormente salvos na área de trabalho do computador.

Apesar dessas frustrações, nos mantivemos confiantes na aplicação das atividades com OA do ano letivo de 2012, pois imaginávamos ter mais experiência sobre o que poderia dar de errado nessa aplicação, podendo assim contornar os problemas que surgissem.

No início de 2012, as notícias de que os estagiários tinham sido contratados e o laboratório iria funcionar normalmente desde o primeiro semestre foram motivadoras. Apesar de o curso de formação dos estagiários, necessário para que eles pudessem receber os alunos *logados* ao sistema do ACESSA Escola, ter demorado a ser oferecido pelo governo, a aproximação da data prevista para a atividade levou a diretora a autorizar os estagiários a liberar o uso do laboratório para os alunos, na presença do professor.

Infelizmente outro fator inesperado acabou por frustrar mais uma vez nosso trabalho em usar os OA numa turma comum de ensino médio numa escola pública do interior do Estado de São Paulo. Nas duas semanas que antecediam a aplicação da atividade, recebemos a informação de que a rede elétrica do laboratório de computação, na sala do ACESSA Escola, “estava caindo” quando mais de um computador ou ventilador era ligado. Como a solução demorou a acontecer não pudemos aplicar a atividade virtual proposta. Em substituição fizemos a atividade experimental prevista originalmente na Situação de Aprendizagem 3 do caderno 1 do 3º ano do EM do Estado de São Paulo, pois não pretendíamos que os alunos ficassem a mercê da nossa pesquisa, o que iria fragmentar ainda mais o conteúdo programático previsto para o ano letivo.

Uma das propostas desse projeto inicial era justamente verificar a possibilidade de articular o uso do OA com a atividade cotidiana do professor de modo consoante à estrutura curricular, por isso escolhemos uma atividade para cada bimestre conforme previsto no material do professor. Dos trabalhos que revisamos no capítulo anterior, apenas o artigo 23 (MACHADO; SANTOS, 2004) relata ter conseguido aplicar as atividades previstas em consonância com o planejamento curricular do respectivo ano letivo do ensino médio.

Apesar do nosso insucesso de aplicação da atividade, outros conseguiram fazê-lo, é o caso de Salles, et al., 2008 e Filho, et al., 2009, mas essas dificuldades serviram de alerta a respeito do rumo que está sendo dado à pesquisa ao priorizar a observação do resultado do comportamento dos alunos ao utilizarem os OA, sem atentar para o papel do professor, que em última análise, é o responsável no emprego ou não dos OA nas salas de aula.

Por este motivo, e por razões práticas, esse projeto inicial foi reformulado dando ênfase ao trabalho do professor, com relação aos aspectos pedagógicos, como colaborador dos alunos tanto no uso dos OA numa sala de aula real, como da elucidação dos conteúdos nele apresentados, e especialmente com relação aos aspectos funcionais, como responsável por engendrar a aplicação prática da atividade com OA na sala de aula. Antes de descrever nossa nova proposta apresentamos a seguir os resultados da primeira fase do projeto inicial aqui descrita e que serviram como base para sua necessária reestruturação apresentada em seguida.

4.3.3. Resultados preliminares do projeto inicial.

Durante a fase de escolha dos Objetos de Aprendizagem diversas dificuldades foram enfrentadas, revelando-se fatores importantes na reflexão sobre a possibilidade de uso desses OA pelos professores, na sala de aula, e talvez sobre a baixa adesão deles nesse sentido. Abaixo listamos as principais:

- ***Procura e teste dos OA.***

Apesar de, como comentamos anteriormente, dispormos de dois grandes bancos de OA na internet, procurar um OA com temas específicos vinculados ao material curricular que o professor utiliza no Estado de São Paulo não foi tarefa fácil.

Nossa procura iniciou-se pelo site do RIVED e, como já foi dito, foram insatisfatórias, pois a ferramenta de busca por OA específicos de uma área não funciona adequadamente, ou seja, os OA estão sempre listados na mesma ordem, independentemente de se buscar por um objeto relacionado, por exemplo, à óptica ou à termodinâmica.

Como os softwares exigem uma memória grande do computador, dependendo do computador, essa busca pode levar um tempo considerável. Utilizar, por exemplo, o computador da sala dos professores da escola, onde pretendíamos aplicar a atividade prática prevista na nossa pesquisa foi impossível dada precariedade do computador. Nesse caso, o professor deveria contar com seu próprio computador e acesso à internet, o que não é tão incomum assim nos dias atuais.

- ***Informações técnicas precisas de suporte ao software.***

Muitas vezes as informações sobre os programas necessários para que os OA funcionem corretamente são imprecisas e incompletas. No início do trabalho com os OA, mesmo baixando diversos programas como o Java e o Adobe Flash Player, necessários para a maioria dos softwares funcionarem, alguns OA não abriam seja com duplo toque no arquivo, por exemplo, ou com o uso de algum programa específico.

Muitos OA só abrem quando o arquivo certo é arrastado para o Explorer; outros necessitam de pacotes de CODECS - programas que codificam e decodificam arquivos de

mídia - específicos para rodarem. Descobrir esses detalhes, por tentativa e erro, para abrir um OA muitas vezes pouco útil ao propósito do trabalho requereu muita paciência e tempo, sem contar a constante preocupação com os vírus que podiam ser baixados com os vários programas instalados para conseguir a visualização correta do recurso.

- ***Clareza do arquivo específico do software a ser aberto***

Outra dificuldade muito grande enfrentada foi, ao conseguir baixar o pacote de arquivos de um OA, identificar qual deles deveria ser aberto para funcionar. Na Figura 10, por exemplo, na qual uma pasta extraída do pacote *zipado* de um OA está aberta, pode-se ver diversos arquivos, às vezes com o mesmo nome, sem que seja possível identificar qual deles é o aplicativo a ser aberto para visualização do OA. O guia do professor também não fornece esta informação.

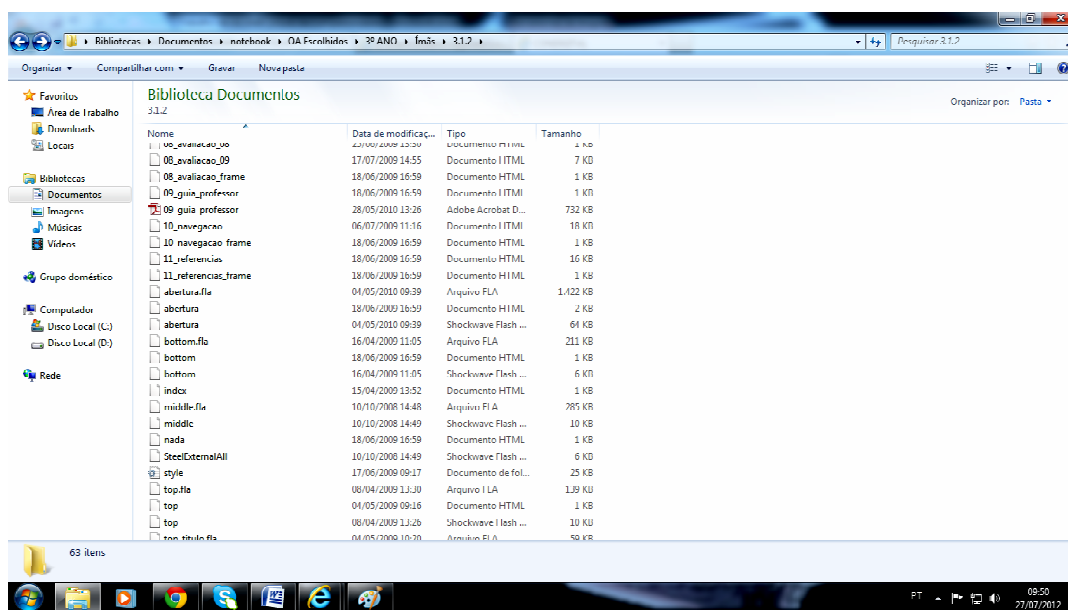


Figura 10 - Pasta com arquivos de um OA sobre ímãs do BIOE com 63 itens e sem indicação de qual deve ser aberto para acessar corretamente o recurso.

- ***Número reduzido de OA de Física com alta interação aluno-software***

A nossa procura por um OA que pudesse permitir uma livre e intensa interação do aluno com o software, conforme discutimos anteriormente, foi pouco produtiva, pois a

maioria deles é apenas do tipo demonstrativo, ou seja, o aluno pode ver o fenômeno por meio de uma animação, mas não pode interferir em seus parâmetros.

Ora, isso seria como assistir a um desenho animado sobre determinado fenômeno físico. Não estávamos interessados nestes tipos de OA, pois procurávamos elaborar uma aula de Física por meio da manipulação ativa do aluno com um software que se aproximasse de uma experimentação prática virtual e que não dispensasse o uso do computador.

Além disso, gostaríamos de evitar a seguinte crítica de Cysneiros:

Em escolas informatizadas, tanto públicas como particulares, tenho observado formas de uso que chamo de inovação conservadora, quando uma ferramenta cara é utilizada para realizar tarefas que poderiam ser feitas, de modo satisfatório, por equipamentos mais simples (atualmente, usos do computador para tarefas que poderiam ser feitas por gravadores, retroprojetores, copiadoras, livros, até mesmo lápis e papel). **São aplicações da tecnologia que não exploram os recursos únicos da ferramenta e não mexem qualitativamente com a rotina da escola, do professor ou do aluno, aparentando mudanças substantivas, quando na realidade apenas mudam-se aparências** (1999, p. 15-6, grifo nossos).

Nossa dificuldade neste sentido fica evidente ao se analisar o OA do motor e gerador elétrico. Sua maior interação com o aluno está relacionada com a navegação em suas muitas páginas, pois se trata de uma *Complexmedia* (Hipermissão), software que “reúne diferentes mídias, interligadas, com fins educacionais e vinculadas a um mesmo eixo temático” (BRASIL, et al., 2010). Mas a interação com a montagem propriamente dita do motor e gerador e dos parâmetros a ele atrelados está em segundo plano, embora esse OA tenha sido, nesse sentido, o melhor que pudemos encontrar entre 836 animações ou simulações de Física existentes no BIOE na época, que estavam vinculadas ao conteúdo curricular desejado.

Com essas questões em mãos e da nossa experiência de tentar utilizar satisfatoriamente um OA no contexto escolar real, sem a construção de situações idealizadas de pesquisa, já que o ponto principal da nossa motivação era a verificação da existência de recursos suficientes para que o professor, particularmente da rede pública de ensino, pudesse utilizá-lo como alternativa didática viável para o ensino de Física, propusemos a reestruturação no nosso projeto para conseguir dados, pela experiência de outros professores, que pudessem corroborar ou não com os tópicos que levantamos nesta seção.

Além disso, como ainda existem poucos trabalhos publicados que de fato descrevem a aplicação desse tipo de OA na sala de aula no nível médio, conforme destacamos anteriormente, também realizamos a aplicação de uma atividade simplificada, agora isolada da estrutura curricular e proposta com fins de pesquisa, mediante a autorização da direção

escolar, professor e alunos. Analisamos a satisfação dos alunos da atividade com OA mediante um questionário contendo duas partes: uma utilizando a escala Likert e outra com questões pessoais abertas. Contamos também com o roteiro norteador da atividade aplicada para verificar o engajamento deles na atividade proposta além de descrever nossas impressões a respeito do andamento da aula.

No próximo capítulo apresentamos o projeto final reestruturado, incluindo referências teóricas novas relacionadas principalmente à metodologia de tomada e análise de dados, descrevendo o que foi realizado e apresentando os resultados, com o cuidado de retomar sempre que possível os resultados preliminares deste projeto inicial.

5. PROJETO DE PESQUISA FINAL

5.1. Descrição do projeto final

As dificuldades encontradas na articulação direta entre a programação da disciplina de Física e as atividades com os OA, evidenciadas pelos resultados preliminares do projeto inicial, nos levaram a levantar a hipótese de que essas atividades, realizadas como estamos propondo aqui, teriam melhores resultados no sentido de favorecer a aprendizagem dos alunos se apresentadas como atividade extracurricular, complementar, nos moldes do curso por nós elaborado e ministrado em 2010. Para verificar a validade dessa hipótese, elaboramos um minicurso intitulado *Física Virtual* composto de cinco atividades independentes, com OA distintos²⁸ e contendo conteúdos dos três anos do ensino médio a ser ministrado em uma escola da rede pública de ensino (esse minicurso é descrito com detalhes na subseção 5.3.2).

Para a avaliação dessas atividades, elaboramos um questionário (vide sua versão final no anexo A) que foi primeiramente apresentado a um grupo de alunos para possíveis ajustes, e posteriormente utilizado para todos participantes após a aplicação da atividade. Optamos por elaborar parte do questionário com escala Likert de cinco níveis, para melhor sistematização dos dados, e posterior validação de suas respostas com o cálculo do coeficiente alfa de Cronbach, tendo como referências principais para a elaboração desse questionário a conferência de McClelland J. A. G. (1976) e os trabalhos de Freitas, et al. (2000) e Freitas e Moscarola (2002), descritos na próxima seção. A outra parte do questionário contava com questões pessoais abertas referentes a algumas impressões dos alunos frente à atividade desenvolvida.

Outra necessidade que nos pareceu pertinente tendo em vista os resultados preliminares, especialmente da primeira fase, foi verificar com o corpo docente se as dificuldades por nós encontradas neste trabalho foram ou não fruto de uma infeliz sucessão de coincidências ruins. Buscamos por meio de uma revisão literária encontrar sugestões ou exemplos dessas questões, porém os poucos artigos que encontramos relacionados diretamente com nossa linha de investigação não nos pareceram suficientes para alicerçar nossos indicativos iniciais. Por isso, elaboramos um questionário online (a sua versão final,

²⁸ Dos OA escolhidos para o minicurso, três se diferiam dos escolhidos anteriormente no projeto inicial e uma atividade reserva com outro OA foi elaborada em caso de surgimento de problemas não previstos.

após validação, é apresentada no anexo B) com o auxílio do *Google Drive*, que teve como público alvo professores de ensino médio em geral, não apenas de Física. Por meio desse instrumento foi possível destacar o grupo de professores que afirmaram utilizar esses recursos virtuais em sala de aula para os quais formulamos questões específicas sobre os benefícios e as dificuldades por eles encontradas na aplicação dos OA.

Por meio da internet, meio de divulgação mais eficaz para a aplicação desse questionário, conseguimos aumentar o número de respondentes, de modo particular em redes sociais em que foi possível encontrar alguns grupos de professores. Porém, como nesse caso o controle sobre os respondentes é reduzido, para evitar ao máximo considerar respostas de pessoas não pertencentes ao público alvo e também de evitar possíveis incompreensões do que seriam os OA, mesmo após a validação das questões por um grupo de professores, foi realizada uma triagem das respostas aos questionários que reduziu o número de respondentes considerados, tornando-o insuficiente para uma análise quantitativa mais rigorosa (para um índice de confiança de 95%, por exemplo, e margem de erro de 5%, teríamos de ter por volta de 400 questionários respondidos). Mesmo assim, realizamos a análise quantitativa dos dados extraídos desse instrumento de medida, mas essas limitações estatísticas são levadas em consideração nas discussões dos resultados.

5.2. Elaboração dos instrumentos de tomada de dados

Antes de iniciar a elaboração dos questionários para a tomada de dados, buscamos algumas referências sobre validação e elaboração de questionários de pesquisa para embasar nosso trabalho (MAROCO e GARCIA-MARQUES, 2006; McCLELLAND, 1976; BEST e KAHN, 1995; FREITAS e MOSCOROLA, 2002). Percebemos, entretanto, que essa não seria uma tarefa simples já que inúmeros são os detalhes e passos a serem percorridos para a validação consistente de um questionário, por isso adotamos o direcionamento de alguns trabalhos sobre o assunto, dos quais extraímos o que julgamos ser a essência da elaboração de um bom questionário. Entre os pontos que enfatizamos para a escolha do tipo de questionário a ser utilizado destacamos:

1. A delimitação precisa e clara do público alvo e das questões de pesquisa que se pretende responder com o questionário;

2. A elaboração de itens do questionário diretamente relacionados com o que se deseja analisar posteriormente. Assim apenas itens de discussão e/ou análise relativos a objetivos pré-definidos compuseram os instrumentos por nós elaborados;
3. A aplicação prévia de um questionário preliminar para um grupo representativo do público alvo, para levantamento de questões dúbias ou de difícil compreensão.
4. A construção de questionários curtos, não prolixos, para evitar o desinteresse dos respondentes.
5. No caso particular do uso da escala Likert, a posterior verificação da correlação interna das respostas aos itens pelo cálculo do índice alfa de Cronbach.

5.2.1. Questionário para conhecer a opinião dos alunos sobre a atividade com o OA.

Nesse caso o público-alvo já estava bem delimitado: estudantes do ensino médio regular. As questões que desejávamos que eles respondessem mediante esse instrumento de pesquisa foram então desenvolvidas a partir destes questionamentos iniciais:

- I. Qual o potencial que o uso de OA no ensino de Física pode ter, na opinião do aluno, em sua motivação e disposição para aprender Física?
- II. Qual o potencial que os OA podem ter para, na opinião do aluno, ajudá-lo na formação de conceitos científicos de Física?
- III. Qual é a satisfação e opinião dos alunos com relação ao OA utilizado na aula?
- IV. O uso dos OA pode favorecer a geração de interações sociais entre os alunos e entre aluno-professor durante a atividade?
- V. O OA por si só consegue transmitir, de modo independente, sem nenhum instrumento extra norteador, o seu objetivo, sendo, na opinião do aluno, autossuficiente para a aprendizagem do tópico a ele relacionado?

Com essas questões em mente, a primeira parte do questionário foi elaborada utilizando uma escala Likert de cinco níveis com oito questões, apresentados na Tabela 5 (O questionário completo está no anexo A).

A questão 1 da primeira parte do questionário apresentado aos alunos foi criada para responder à questão preliminar I supracitada, a questão 2 para responder a questão preliminar II, as questões 3, 4 e 5 para subsidiar a resposta à questão preliminar III, as questões 7 e 8 para

responder a questão preliminar IV e a questão 6 foi criada para subsidiar a resposta à questão V.

Tabela 5 - Questões da primeira parte do questionário dos alunos elaboradas como afirmativas para serem por eles avaliadas em uma escala Likert de cinco níveis.

QUESTÕES	
1	O OA de hoje me motivou (me animou) a aprender o conteúdo nela abordado.
2	O OA me ajudaria a aprender com mais facilidade este conteúdo se ele fosse utilizado nas minhas aulas regulares de Física.
3	Este OA é fácil de manusear e de entender o que ele pretende ensinar.
4	Este OA é bem projetado: seu aspecto visual é bom e motiva os adolescentes.
5	Este OA possui defeitos técnicos com relação à programação.
6	O roteiro de questões e atividades que acompanhou esta aula é fundamental para que eu consiga entender o objetivo do OA e aprender o tópico da aula.
7	Durante a aula eu tive a oportunidade de interagir com meus colegas e professora sobre o manuseio deste OA.
8	A interação com os colegas e professora sobre o OA me ajudou a entender melhor o conteúdo da aula.

Note que as duas últimas questões foram especialmente elaboradas com base na teoria de Vigotski, referencial teórico escolhido neste trabalho. Assim, essas duas questões tiveram o objetivo de verificar se no contexto do uso do OA os alunos estabeleceram interações sociais, pois elas são ponto fulcral para o desenvolvimento de conceitos e importante indicativo de que seu uso possa levar à aprendizagem do conteúdo nele relacionado. Apesar de a análise do resultado do processo de ensino-aprendizagem com o uso dos OA não ser o escopo deste trabalho, essa informação nos pareceu relevante.

Nesse sentido, a primeira questão investiga aspectos motivacionais do aluno ao interagir com o OA, tão importantes quanto às interações sociais na ótica da teoria vigotskiana. A quinta questão preliminar está relacionada à concepção da necessidade do parceiro mais capaz. Do nosso entendimento dessa teoria, é essencial um direcionamento norteador do professor como parceiro mais capaz dessas interações para que os conceitos apresentados no OA possam ser construídos na mente dos alunos desde que o conteúdo trabalhado esteja contido na provável ZDI da maioria deles, o que seria o ideal para sua aprendizagem. No entanto, como ressalta Gaspar, não é possível “medir” a ZDI de um aluno, muito menos de todos.

Ao contrário da teoria dos estágios cognitivos, que estabelece faixas etárias razoavelmente bem definidas e válidas para a maioria dos alunos, e determina níveis de complexidade que podem balizar a apresentação de praticamente todos os conteúdos da maior parte das disciplinas do Ensino Médio, a ZDI não trabalha com limites tão nítidos: não há indicações de faixas etárias ou de níveis de complexidade de conteúdos. Isso ocorre pela própria natureza do conceito: esses limites, além de serem individuais – cada aluno tem a sua ZDI –, dependem também do conteúdo a ser apresentado (2014, p. 185).

Desse modo, ela deve ser entendida como uma espécie de alerta ao professor para que procure levar em conta o nível do desenvolvimento cognitivo atual dos alunos para que os conteúdos apresentados no OA não se afastem muito dele, o que pode levá-los a direcionar sua atenção para observações acessórias e irrelevantes para se entender o fenômeno trabalhado na simulação.

Assim a primeira parte do questionário foi estruturalmente fechada, procurando oferecer ao aluno poucas possibilidades de respostas,

Ao invés de oferecer apenas algumas alternativas de opinião, poderia-se entregar às pessoas uma folha em branco e solicitar-lhes que discorram sobre o assunto 'X'. Este exercício, contudo, é um tanto difícil, tomando tempo e podendo aborrecer os respondentes, a menos que lhes fossem dadas condições muito favoráveis. Se essas condições tivessem sido oferecidas, eles teriam escrito uma ou duas páginas com seu estilo próprio e suas idéias particulares. Estaríamos, então, frente a um embaraço para analisar todos estes textos. É por isso que se oferecem questões fechadas: porque são mais simples para se obter uma resposta e porque é mais simples analisar as respostas. **Contudo, ao adotá-las, corre-se um risco significativo de simplesmente ficar-se cego (ou muito limitado) com o que já se sabe.** (FREITAS, H., MOSCAROLA, J., 2002, p. 11, grifo nosso).

Para diminuir essa restrição introduzimos, como sugerem Freitas e Moscarola (2002), quatro questões abertas com o objetivo de oferecer um espaço mais amplo e livre para a apresentação da opinião dos alunos. Com relação à avaliação das respostas a essas questões optamos por fazer uma breve análise qualitativa, tendo em vista o grande número de respostas muito diretas ou de não resposta²⁹.

Depois de concluído o questionário, e antes de ser aplicado, um grupo de onze alunos dos três anos do ensino médio analisaram as proposições elaboradas e propuseram mudanças no texto das questões, embora não pudessem respondê-las, pois não haviam tido a aula com o OA. Por essa razão, no processo de validação do questionário, utilizamos, sem se esquecer de

²⁹ O termo não resposta é utilizado em estatística e se refere a respostas deixadas em branco.

suas restrições, o cálculo do coeficiente alfa de Cronbach referente apenas a sua primeira parte (vide subseção 5.3.2).

5.2.2. Questionário do corpo docente sobre sua experiência com uso de OA na sala de aula

A elaboração do questionário para os professores teve como objetivo principal verificar se as dificuldades que enfrentamos durante a fase de planejamento do projeto inicial são frequentes ou não para os professores que decidem utilizar os OA. E, como objetivos secundários, verificar a frequência de uso dos OA no ensino médio, como eles têm sido utilizados e por quais motivações e de que forma os professores avaliam a utilização desse recurso. Seguimos o conselho de Best e Kahn para a elaboração do formato final do nosso questionário: “Consiga toda a ajuda que puder na preparação e construção de seu questionário. Estude outros questionários, e submeta seus itens à crítica de outros membros de sua classe ou faculdade, especialmente àqueles que tenham tido experiência na construção de questionários” (1995, p. 240, tradução nossa).

As duas primeiras questões do questionário (vide anexo B) objetivaram fazer um pequeno perfil do respondente para levantar possíveis diferenças de utilização dos OA por professores da rede pública e da rede privada (questão 1) e levantar as disciplinas nas quais o uso de OA está mais consolidado (questão 2).

A terceira questão foi elaborada para discutir o uso de OA na sala de aula. Como o termo Objeto de Aprendizagem poderia não ser reconhecido pelo professor (afinal eles também são chamados de Objetos Educacionais, Objetos Digitais Educacionais, *e-learning*, entre outros) optamos por descrevê-los como “simulações/jogos/animações virtuais”. Devido ao referencial teórico adotado, não trabalhamos com animações e sim simulações computacionais ou jogos, mas essas modalidades de recursos são tipicamente agrupadas em diversas classificações, como pudemos ver no capítulo 2, e por isso mantivemos essa denominação. Essa questão também foi importante pois serviu de corte para separar os professores com ou sem experiência com uso de OA na sala de aula.

A quarta questão visou levantar os meios de pesquisa mais comuns utilizados pelos professores para procurar os OA. A quinta teve o objetivo de descobrir se os professores utilizavam os OA por razões didáticas ou para pesquisa, pois acreditávamos que os poucos professores que utilizavam esse recurso estariam envolvidos em alguma pesquisa o que

levaria a aplicações isoladas com essa finalidade, mas como se verá adiante isso não se confirmou.

A sexta questão foi formulada com o objetivo de corroborar ou não nossas impressões preliminares na fase de planejamento do projeto inicial. Podemos dizer que a resposta a essa questão motivou a elaboração desse questionário em primeiro lugar. Dos seis itens pré-definidos sobre as dificuldades encontradas no planejamento e aplicação, os quatro primeiros estão diretamente vinculados aos itens levantados na seção 4.3.2, e os dois últimos foram incluídos de modo complementar. O primeiro deles está relacionado à aplicação da atividade, e visava verificar as condições de infraestrutura da escola, problema enfrentado por nós algumas vezes nas tentativas de aplicação do projeto inicial; o segundo foi incluído por sugestão de outro pesquisador, que havia encontrado alguns OA com erros conceituais graves de conteúdo. Apesar de sabermos que a identificação desses erros nem sempre é fácil, mesmo assim acrescentamos este item após a aplicação de validação do questionário, tendo em mente que mesmo um pequeno número de respostas positivas a essa questão poderia indicar um número elevado de OA com erros dessa natureza.

A sétima questão visou verificar a metodologia mais empregada pelos professores ao utilizarem os OA. A nossa visão a esse respeito era a de que trabalhar com os OA no laboratório de informática pode trazer mais benefícios aos alunos, pois esse novo ambiente, além de motivá-los para a realização do trabalho proposto (conforme relatamos na discussão dos resultados), oferece mais possibilidades de interações sociais, até mesmo porque o OA é manipulado por duplas de alunos. Sabemos, entretanto, que o tempo necessário para o uso do OA no laboratório é sempre maior e essa metodologia é mais trabalhosa do que apresentar o OA via projeção para toda a classe, por isso sabemos que os professores têm outros fatores a levar em consideração para a escolha de sua metodologia.

A oitava questão visou verificar, entre os professores que de fato utilizavam os OA em suas aulas, se o faziam em escola particular, pública ou em ambas, pois considerávamos que esses ambientes podiam influir no procedimento didático do professor até porque as motivações, o tempo disponível para trabalhar o conteúdo e a infraestrutura costumam ser diferentes nessas instituições.

Por fim, tendo em mente o trabalho de Freitas e Moscarola (2002) já citado, elaboramos ainda duas questões abertas (9 e 10) que permitiam ao professor expressar mais livremente sua opinião sobre sua experiência ao utilizar os OA com os alunos de ensino médio e seguindo sugestão de um pesquisador colaborador, que respondeu à aplicação preliminar de validação do questionário, uma última questão aberta 11 foi elaborada para

assegurar, primeiro, que o professor se referia de fato ao recurso citado e, segundo, excluir questionários em que ficasse evidente que o professor dizia utilizar os OA por julgar ser o certo a responder e não por refletir sua prática cotidiana.

Tendo em mente o que destacam Best e Kahn,

Teste seu questionário com alguns amigos e conhecidos [...] O que pode parecer perfeitamente claro para você pode ser confuso para outra pessoa que não tem o quadro de referência que você obteve ao viver e pensar sobre o assunto por um longo período de tempo. É também uma boa ideia fazer um teste piloto do questionário com um pequeno grupo de pessoas similares às que serão usadas no estudo (1995, p. 240, tradução nossa),

submetemos o questionário original, elaborado para a validação, a um grupo de quatorze professores incluindo nele um espaço específico para que eles pudessem destacar eventuais problemas de interpretação ou inconsistência nas questões, bem como sugerir modificações no questionário como um todo, após a análise de suas repostas e a colaboração de amigos da área acadêmica, ele tomou a forma apresentada no anexo B.

5.3. Apresentação e discussão dos resultados

Nesta seção apresentaremos o que de fato foi realizado, tanto a análise da pesquisa feita mediante o questionário submetido aos professores como da aplicação da atividade com os OA aos alunos e a avaliação dos alunos deste processo.

5.3.1. Os professores e os OA

O questionário criado para os professores do ensino médio foi respondido entre os meses de fevereiro e maio de 2014 e se encontra no Anexo B. No total, 187 professores colaboraram com suas repostas ao questionário disponível no endereço <<http://goo.gl/meYbO3>>, encurtado para divulgação.

Deste total a fim de diminuir a taxa de não resposta e garantir um pouco mais de coerência entre as repostas e o que objetivávamos medir, realizamos uma triagem inicial de

análise de dados excluindo os questionários enviados que consideramos inválidos pelos seguintes motivos:

MOTIVO 1: Incoerência entre as respostas das questões 1 e 8 sobre instituição de atuação.

MOTIVO 2: Não resposta a todas as questões abertas.

MOTIVO 3: Não dar exemplo do OA utilizado, na resposta à questão 11.

OUTROS: Motivos diversos como não resposta a questões fechadas e respostas às questões referentes apenas a professores que utilizaram pelo menos uma vez OA mesmo após ter declarado seu não uso na questão 3.

No Gráfico 1 pode-se observar a distribuição dos respondentes excluídos da análise de acordo com os motivos acima apresentados; note que a maior parte dos questionários excluídos deveu-se a não resposta às questões abertas, obviamente considerando, em primeiro lugar, apenas os questionários dos que declararam terem utilizado os OA pelo menos uma vez. Em segundo lugar, foram excluídos os questionários dos professores que mostraram não se referir ao nosso objeto de estudo; neste sentido a inclusão da questão 11 nos ajudou a excluir os respondentes que mostraram não entender a que nos referíamos, o que ocorreu mesmo depois de termos validado as questões por meio do teste preliminar. Assim, considerando as análises válidas, os resultados aqui apresentados tiveram como base 147 respondentes, identificados pela nomenclatura PX, onde X corresponde a uma numeração que os identifica (de 1 a 147), que será também utilizada nas referências apresentadas ao longo do texto e que podem ser consultadas no Anexo C em que as respostas abertas desse questionário foram transcritas.

A primeira análise que fizemos foi o levantamento do perfil da frequência de uso dos OA na sala de aula, o que foi feito considerando as respostas à questão 3, utilizando primeiro os dados de todos os respondentes sintetizados no Gráfico 2, e depois, levando em consideração a instituição de atuação do professor. Assim, o Gráfico 3 se refere à frequência de uso dos OA dos professores que atuam apenas nas escolas privadas, enquanto a frequência de uso de OA dos professores que atuam apenas em escolas públicas é apresentada no Gráfico 4. Dentre os professores que atuam em ambas as escolas, distinguimos o tipo de instituição em que eles de fato utilizaram os OA com base nas suas respostas às questões 1 e 8, independentemente da frequência em que seu uso ocorreu, conforme o Gráfico 5 apresenta.

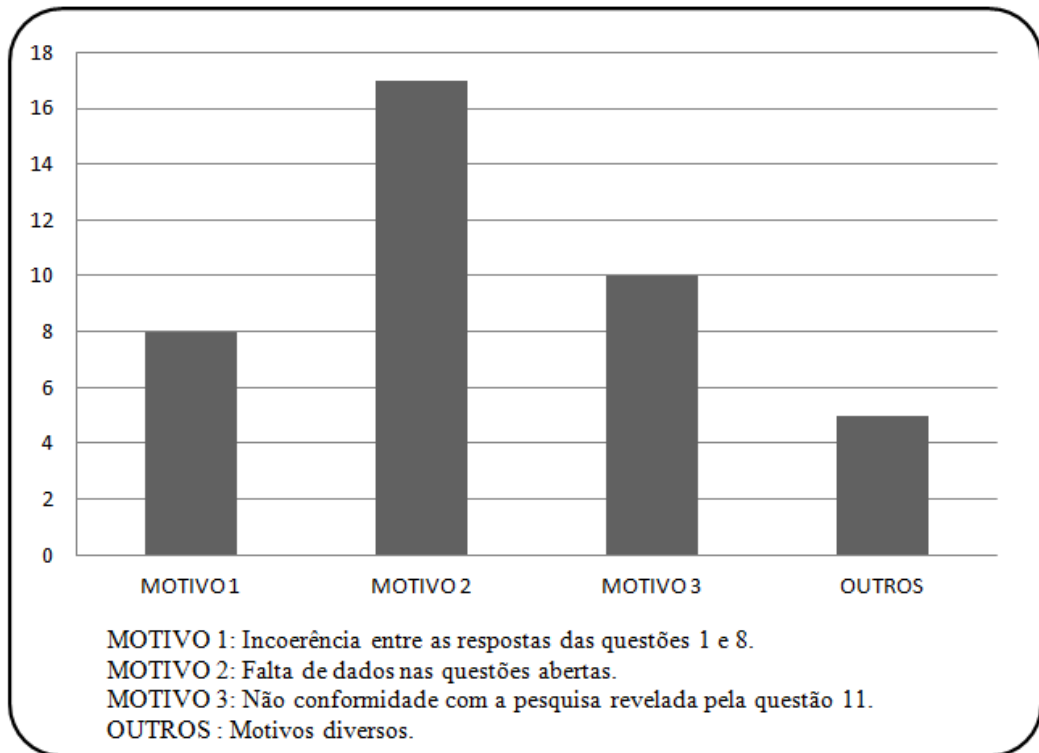


Gráfico 1 - Distribuição do número absoluto de respondentes excluídos da pesquisa pelos motivos assinalados.

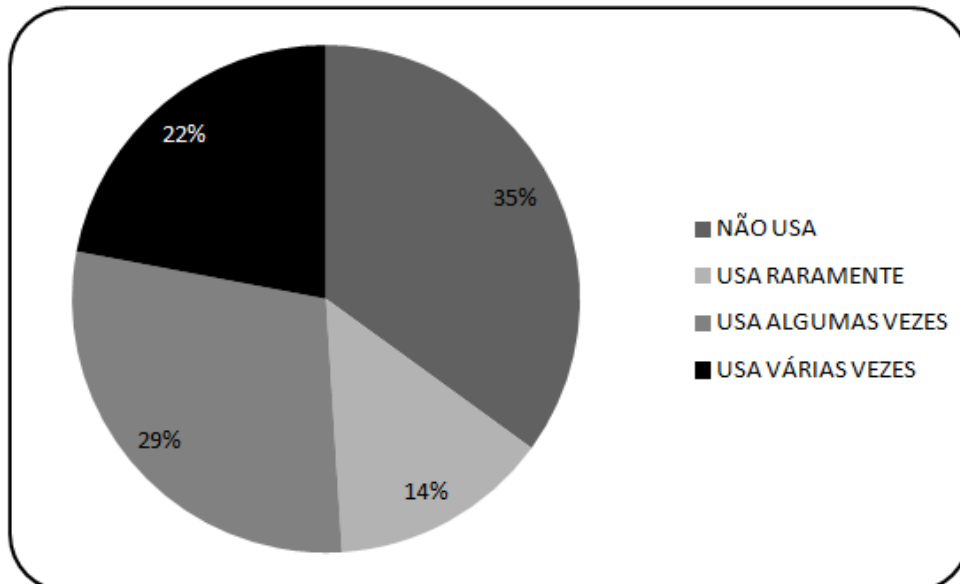


Gráfico 2 - Frequência de uso dos OA dentre o total de respondentes.

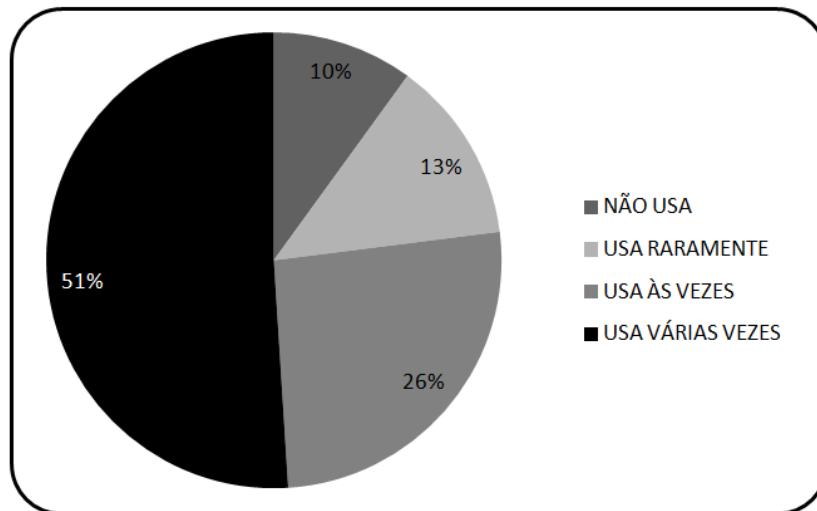


Gráfico 3 - Frequência de uso de OA em escolas privadas.

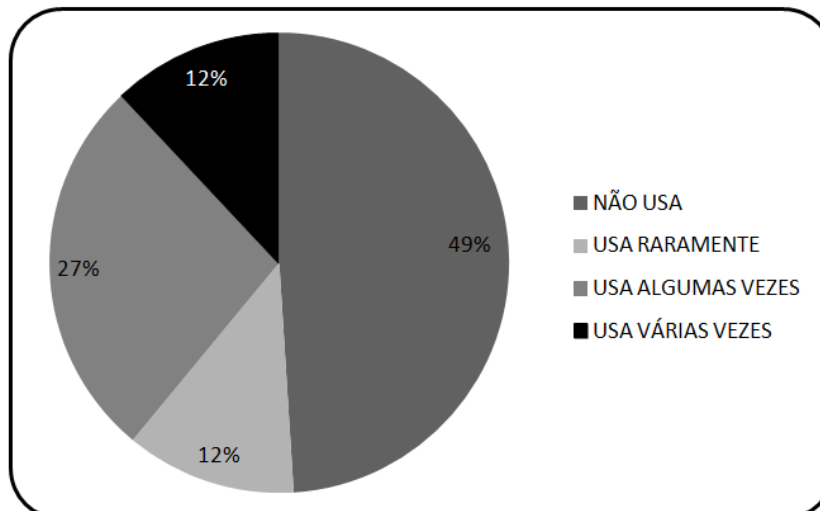


Gráfico 4 - Frequência de uso de OA em escolas públicas.

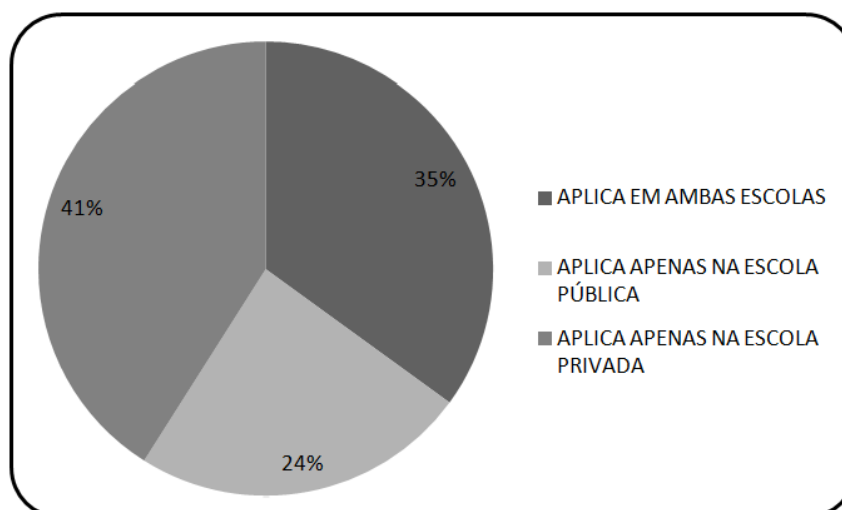


Gráfico 5 - Utilização de OA por professores que lecionam em escolas públicas e privadas.

Apesar de a divulgação do questionário ter sido feita com o objetivo de obter uma amostra probabilística válida da população (professores do ensino médio), ou seja, com a intenção de “todos os elementos da população terem a mesma chance de ser escolhidos, resultando em uma amostra representativa da população” (FREITAS, et al., 2000), as formas que encontramos para essa divulgação não nos permitem afirmar que a seleção dos respondentes foi totalmente aleatória. Por um lado pode ter sido, pois divulgamos e permitimos a participação de todos os professores que atuavam no ensino médio, sem nenhuma outra restrição; por outro lado, como obtivemos o maior número de respondentes por meio das redes sociais, nossa amostra também pode ser considerada não probabilística, pois os respondentes podem ter sido escolhidos por estarem disponíveis nas redes sociais (tipo *conveniência*), e eles convidavam outros colegas de profissão para participar do questionário (tipo *bola de neve*) (BICKMAN; ROG, 1998, p.104-5).

Como resultado do método de divulgação para a geração dos subgrupos da população (professores que atuam apenas em escola privada, professores que atuam apenas em escola pública, professores que atuam em ambas as instituições), verificamos que o número absoluto de respondentes do primeiro grupo (31) foi menor do que o do segundo grupo (98), isso aumentou a margem de erro na análise da frequência de uso dos OA na escola privada representada no Gráfico 3 (15%)³⁰ se comparado com os dados referentes ao grupo de professores da escola pública (8%) representado no Gráfico 4. Esse fato também se refletiu no terceiro grupo que deu origem a distinção de aplicação nas escolas públicas e privadas (Gráfico 5) referente às respostas de apenas 17 professores, com margem de erro de quase 20%, o que dificulta qualquer tipo de análise pois ao se fazer a intercessão dos resultados das categorias mostradas no Gráfico 5, considerando suas margens de erro, não se chega a um resultado conclusivo.

Apesar da alta margem de erro encontrada, principalmente no terceiro grupo, e de termos de certa forma tomado uma amostra por conveniência, no nosso caso relativa à facilidade de divulgação, comparando nosso perfil de respondentes com os dados do Censo Escolar da Educação Básica 2007, último disponibilizado pelo Ministério da Educação (MEC)³¹ e realizado conjuntamente com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP (2009), a distribuição dos professores que trabalham em escolas públicas e privadas no ensino médio apresentada no censo é parecida com a nossa

³⁰ As margens de erro que serão apresentadas a partir de agora foram calculadas com um intervalo de confiança de 90%, para uma população considerada infinita (> 100 000 representantes).

³¹ Disponível no endereço: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13596&Itemid=975>

amostra. Segundo os dados disponíveis no site do MEC, dos professores que trabalham no ensino regular e médio a maioria, 79,9%, trabalha em instituições públicas, enquanto 16,7% trabalham em escolas privadas e apenas 3,4% trabalham em ambos os tipos de instituições. A nossa amostra identificou 66,7% de professores da rede pública, 21,1% no setor privado e 12,2% em ambos os segmentos, o que segue aproximadamente a distribuição geral apontada pelo INEP, com números maiores de representantes dos dois últimos grupos. Isso indica que nossa amostra está proporcional a esses subgrupos, com porcentagem maior de professores que trabalham em escolas privadas e em ambas as escolas. Essa proporcionalidade da nossa amostra é característica de uma amostra probabilística (FREITAS, et al., 2000) que, por ser randômica, permite generalizações de seus resultados, contanto que as margens de erros sejam também levadas em consideração.

Dessa forma, mesmo com as ressalvas já feitas com relação às margens de erro e a representatividade da nossa amostra, podemos perceber na comparação entre os resultados dos gráficos 3 e 4 uma nítida diferença no uso de OA pelos professores. Na escola pública quase metade dos professores não utilizam OA em sua prática docente, enquanto a situação se inverte na escola privada: mais da metade dos seus professores declararam que utilizam várias vezes os OA. As razões para que isso aconteça não foram foco de estudo do nosso trabalho, mas as respostas dadas as questões 6 e 10 do nosso questionário e a nossa própria experiência na tentativa de aplicação do minicurso com OA na escola pública, revelam importantes indicativos nesse sentido, relacionados principalmente com a infraestrutura disponível na escola e o tempo necessário para o preparo e aplicação da atividade. Surpreendeu-nos, entretanto, o elevado percentual de professores que utilizam os OA, em geral 65% dos respondentes declararam terem utilizado pelo menos uma vez esse recurso³², indicando que mesmo com algumas dificuldades o uso de simulações, jogos e animações, embora não generalizado, tem sido uma das alternativas escolhidas pelos professores como recurso de complementação didática.

Para o caso dos professores que trabalham na rede privada de ensino, já esperávamos um uso maior dos OA, não apenas por causa de melhores condições de utilização de um laboratório de informática, como pelo crescente incentivo, motivado pelo marketing, que pressiona os professores e as escolas a adotar práticas tecnológicas e lançar mão de recursos digitais de última geração para serem consideradas boas, modernas. Isso reflete também a concorrência acirrada entre os diversos materiais didáticos mais comumente adotados nessas instituições que, em muitos casos, estão integrados com plataformas na internet de assessoria

³²Dado extraído do Gráfico 2, cuja margem de erro é de 7%.

ao professor e ao aluno, e podem vir acompanhados de CD-ROMs que contém, entre outras coisas, OA.

Sobre essa questão, verificamos, mediante as respostas da questão 4 (veja Gráfico 6), elevado número de professores (33%)³³ que obtiveram acesso aos OA por meio do material didático adotado na sua escola, sendo este modo de acesso o segundo mais utilizado por eles. Nos exemplos dados pelos respondentes, em resposta à última questão, ainda foram apontados OA de algumas editoras, corroborando esse indicativo do uso mais sistemático dos OA por professores que trabalham em escolas privadas.

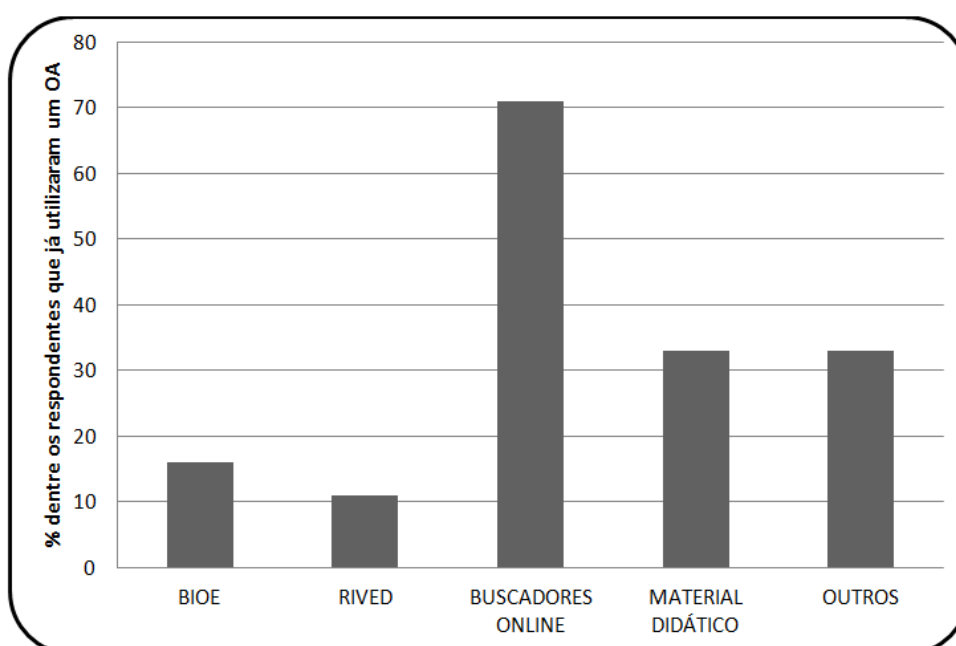


Gráfico 6 - Distribuição percentual, entre os professores que já utilizaram um OA pelo menos uma vez, dos meios de procura por OA, conforme quarta questão do questionário.

Considerando ainda os dados apresentados no Gráfico 6, percebemos que o meio mais comum de procura por OA que os professores em geral têm usado são os buscadores online, como Google, Ask, entre outros. Poucos utilizam os repositórios destinados para esse fim, como o BIOE e o RIVED nos quais nos baseamos para realizar este trabalho, apesar de também termos utilizados esses buscadores que nos levaram a conhecer outros projetos com repositórios menores hospedados na internet como o Acessa Física - Conteúdos Digitais, o Ambiente Educacional Web do Governo do Estado da Bahia e o Núcleo de Educação Corporativa da UNESP (que agora transferiu todos seus OA para o RIVED).

³³ A margem de erro dos dados que geraram o Gráfico 6 é de 8%.

Dentre os outros meios de procura levantados nessa questão, quase metade dos respondentes citaram o projeto PHET (*Physics Education Technology*) da Universidade do Colorado, como seu meio mais comum de pesquisa por OA. Muitos dos OA produzidos por esse projeto já se encontram no BIOE, mas parece existir uma predileção de busca pelo PHET. Uma das atividades previstas pelo minicurso Física Virtual utilizava um simulador do PHET (Skate e energia - vide Tabela 9) e o OA de circuitos elétricos que selecionamos possuía uma versão quase que idêntica (a não ser pelo designer visual) de um objeto desse projeto. Como comentamos na apresentação desse OA de circuitos elétricos (seção 4.3.1), esse era o recurso digital que mais permite interações e ações do aluno sobre ele, qualidade em que estávamos muito interessados.

Outros sites e projetos foram levantados na quarta questão pelos professores que responderam o questionário e que, junto com os exemplos citados na questão 11, foram agrupados na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 - Projetos citados pelos respondentes do questionário dos quais eles procuram por OA.

<i>Projeto</i>	<i>Endereço eletrônico</i>	<i>Responsável pela criação dos OA</i>
Phet	http://phet.colorado.edu/pt_BR/	Universidade do Colorado
Lab virt	www.labvirt.futuro.usp.br/	Universidade de São Paulo (USP)
Ciência mão	http://www.cienciamao.usp.br/	Universidade de São Paulo (USP)
Clikideia	http://www.clickideia.com.br/portal/index2.php	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Condigital (MEC - MCT)	http://condigital.unicsulvirtual.com.br http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/software/index.html	Universidade Cruzeiro do Sul (Matemática) e Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio, Química).
Portal do professor	http://portaldoprofessor.mec.gov.br/recursos.html	Ministério da Educação (MEC)
Walter Fendt	http://www.walter-fendt.de/ph14br/	Professor Walter Fendt da escola Paul-Klee-Gymnasium.

A seguir apresentamos os resultados referentes às respostas da questão 5, sobre as motivações dos professores ao utilizar os OA. Como se pode ver no Gráfico 7, a maior delas é a motivação didática, por meio da qual o professor espera facilitar a compreensão do conteúdo abordado com o OA além de deixar sua aula mais atraente aos alunos. Como achávamos que os professores não utilizavam esses recursos, imaginávamos que os poucos que as usassem faziam-no com fins de pesquisa, como nós. Tal hipótese não se confirmou, até mesmo porque o seu uso, apesar de não generalizado, ocorre com frequência muito maior do que a esperada - como já discutimos com base nas respostas relacionadas à questão 3.

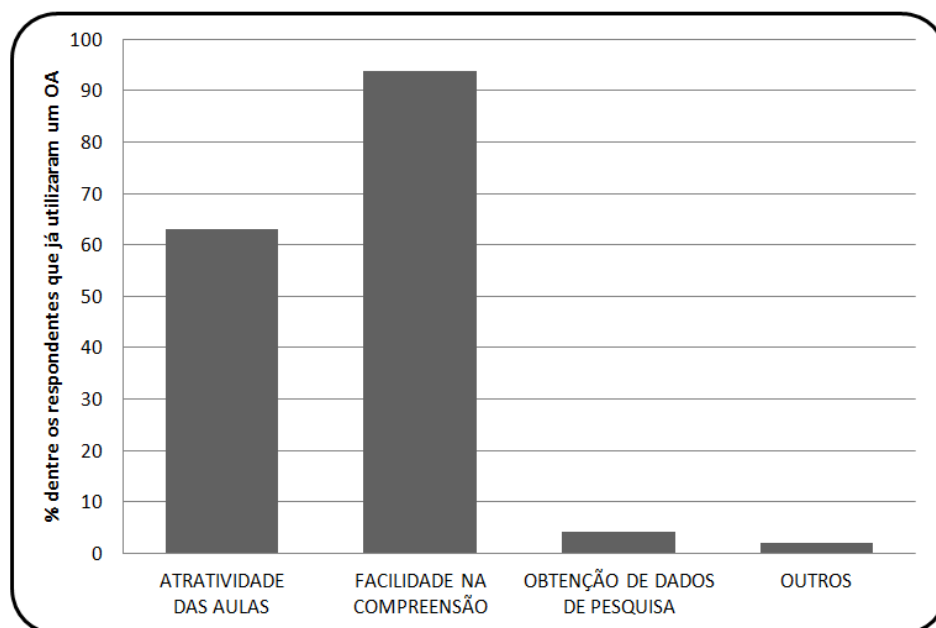


Gráfico 7 - Distribuição percentual das motivações que levam os professores a utilizar OA em suas aulas.

Apresentamos a seguir os resultados referentes às respostas da sexta questão do nosso questionário que objetivava levantar as principais dificuldades que os professores enfrentam ao utilizar OA em suas aulas. Do Gráfico 8, podemos ver que dois fatores se destacaram neste levantamento: 57% dos respondentes que já utilizaram pelo menos uma vez os OA concordam que é difícil encontrar esses recursos com conteúdos compatíveis com as suas propostas de aula e ter infraestrutura suficiente para sua efetiva aplicação. Analisando as respostas à questão aberta 10 que trata desse mesmo assunto, percebemos que muitos

professores encontram dificuldades na seleção de OA³⁴ porque, mesmo quando existe um recurso sobre o tópico a ser abordado em sala de aula, seus objetivos não coincidem com o objetivo desejado pelo professor, como exemplificam as palavras do professor P25, “Nem sempre esses recursos são precisos e exatos com a abordagem que eu gostaria de dar aquele conteúdo”. E o professor P2, ainda complementa:

Frequentemente, dependendo da simulação/animação, mesmo que o professor queira propor uma atividade em que o aluno tenha que refletir um pouco mais e discutir com os colegas, o programa não permite. Isso é uma dificuldade que tenho na utilização do recurso. Em geral, que[m] faz o programa tem uma intencionalidade por trás (ilustrar o fenômeno, permitir interação do aluno com o programa, etc.), mas sinto que nem sempre é o meu objetivo, por isso, não uso. Às vezes a ferramenta é feita para o ensino à distância, em que o professor não vai estar lá nem haverá outros colegas para discutir junto, logo, são muito diretivos os programas e, para a minha realidade do ensino médio com aula presencial em turma regular, não é adequado. (P2, entre colchetes correção nossa).

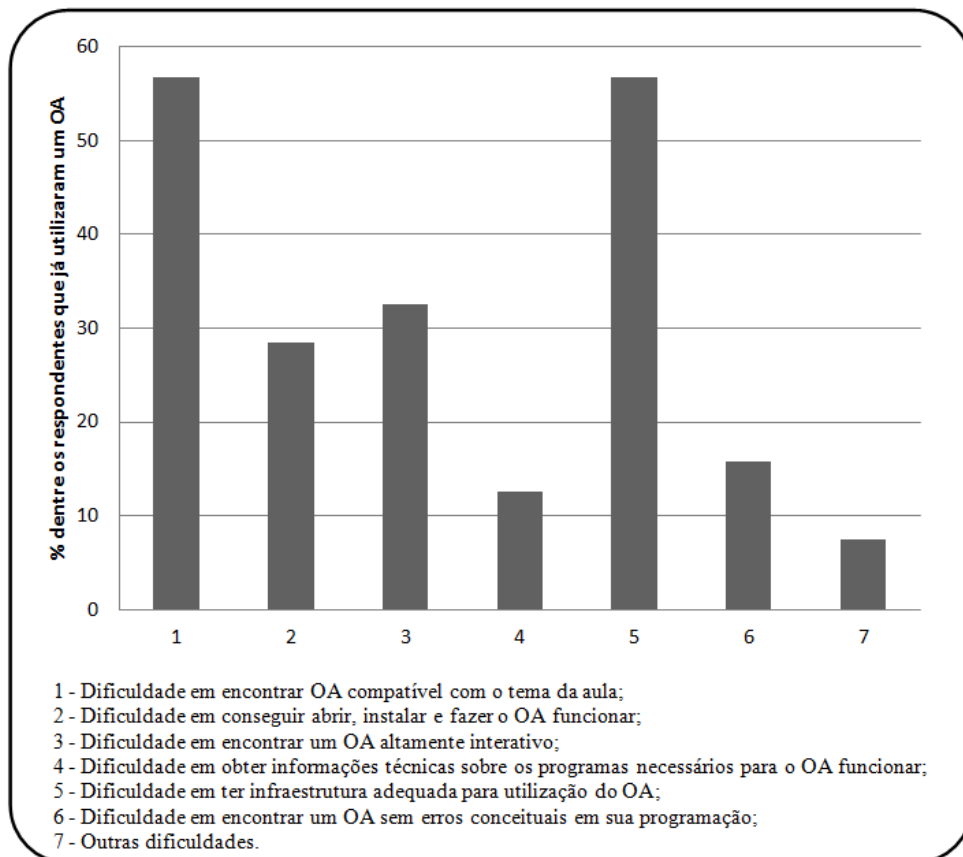


Gráfico 8 - Distribuição percentual das dificuldades encontradas pelos professores ao utilizarem OA.

³⁴ Identificamos nas respostas abertas 17% dos respondentes mencionando a dificuldade na escolha de OA, seja por incompatibilidade com a proposta do professor, seja por serem pouco atrativos e interativos, seja por não existir bons OA na avaliação deles.

Apesar de o fator 1 (sobre compatibilidade entre OA e as aulas) e o fator 2 (infraestrutura) estarem empatados nas respostas à sexta questão como sendo os problemas mais comuns a serem enfrentados na utilização dos OA, notamos, a partir das respostas a questão dez, que a infraestrutura, em todos os seus aspectos, de recursos humanos a materiais, ainda é o problema mais destacado pelos professores. Dos 95 respondentes que já utilizaram um OA, 49 (52%) destacaram alguma dificuldade relacionada à infraestrutura da escola. Abaixo transcrevemos algumas respostas que destacam esse fator, que também enfrentamos e nos levaram a reformular a metodologia de aplicação do minicurso com OA neste trabalho como está exposto na subseção 5.3.2.

O respondente P66 aponta:

A principal dificuldade a ser enfrentada é a infraestrutura da escola. No período que trabalho (noturno), não temos estagiário do ACESSA Escola (sala de informática) e, para usar as máquinas, é necessário agendar com bastante antecedência para que a vice-diretora nos acompanhe e várias vezes no dia marcado outros compromissos mais urgentes a impedem de nos acompanhar - o que causa cancelamento da aula na sala de informática e devemos voltar para a sala de aula. Além disso, temos apenas 9 máquinas funcionando, sendo que essas travam muitas vezes (P66, correção nossa).

Outros respondentes também citaram a falta de pessoas responsáveis para ajudá-los na preparação do laboratório, o que, entre outras coisas, aumenta o tempo perdido em sala de aula por causa da dispersão dos alunos acessando sites não relacionados à atividade. Problemas de funcionamento dos computadores e número insuficiente deles também foram levantados por 29% dos respondentes que reclamaram da infraestrutura. Ainda com relação à infraestrutura, outro ponto muito destacado foi o mau funcionamento da internet nas escolas; o respondente P24, por exemplo, disse:

Encontrei dificuldade para baixar o dispositivo, pois não poderia depender da internet em sala de aula para realizar a atividade. Em muitos casos a internet pode apresentar problemas ou incompatibilidade dos softwares da escola com meu computador pessoal ou da própria animação (P24).

Esse foi um dos fatores que impossibilitou nossa tentativa de aplicação de um OA, conforme descrevemos na subseção 4.3.2, além de os computadores não terem um pacote básico padronizado de programas pré instalados, de modo que “As vezes o programa não rodava em **alguns** computadores” (P13, grifo nosso), portanto não basta testar o OA em um dos computadores da escola, muitas vezes é preciso verificar todos eles e, quando possível, baixar os programas necessários para sua utilização. Segundo o professor P117, seu principal

problema “foi com a instalação dos softwares nos pc's do laboratório de informática da escola, nem todos os computadores eram compatíveis e dentre aqueles que eram, alguns solicitaram a senha para instalação do software”. Problemas para abrir, fazer o programa rodar corretamente e de configuração dos computadores da escola que dão suporte ao uso dos OA foram apontados em 17% das respostas à questão aberta 10, em consonância com o indicativo dos itens 2 e 4 do Gráfico 8, ambos relacionados à funcionalidade dos OA.

Ainda com relação aos dados apresentados no Gráfico 8, verificamos que a terceira maior dificuldade elencada pelos professores é encontrar OA que promovam uma interação significativa do aluno com o OA (item 3). Ora, apesar de não ser possível definir claramente o que seriam OA muito interativos, tanto no nosso trabalho, sob a ótica da teoria vigotskiana, quanto dos interesses dos professores mais engajados na melhoria do ensino em nosso país, parece ser esse um fator de grande importância para a promoção da aprendizagem. Mesmo com muitos repositórios de OA na internet, incluindo alguns disponibilizados pelas editoras dos materiais didáticos adotados, muitos professores³⁵ e nós também o sentimos - reclamaram do reduzido número de opções de OA, adequados a suas aulas, atrativos e de fato interativos:

São pouco atraentes por serem pouco interativos. Quero dizer: não dá pra fazer muita coisa com essas simulações, além de visualizar, falar "legal" e sair do programa. Seria interessante se o aluno, ao interagir com o programa, pudesse ter possibilidades de experimentar alternativas diversas (P107).

Os OA elencados nas subseções 4.3.1 e 5.3.2 têm essa característica que, em diferentes graus, possibilitam a interação efetiva do aluno com o software e não superficial como a apresentada por “recursos em que o[s] alunos apenas apertam botões e ficam controlando coisas, sem nenhuma finalidade aparente” (P2, entre colchetes correção nossa). Essa interatividade efetiva ajuda no preparo das atividades a serem realizadas durante a aula, o que, com menor frequência, foi citado também nas respostas à questão 10, como dificuldade enfrentada por alguns professores.

Bastante significativo foi o número de respondentes que disseram encontrar OA com erros conceituais em sua programação (16%), isso porque, como já comentamos, nem sempre é fácil identificar erros conceituais em um recurso didático principalmente quando seu objetivo não é encontrá-lo e sim preparar sua aula. Por essa razão, esperávamos que uma

³⁵ 17% dos respondentes citaram este fator em suas respostas abertas da questão 10.

porcentagem bem menor de professores concordasse com esse item, mas a porcentagem encontrada nos parece suficientemente significativa para inferir que esse é um indicativo de que um número expressivo de OA disponíveis aos professores contém erros conceituais que podem prejudicar seu trabalho, levando a concepções errôneas (P119) caso não sejam identificadas antes da aplicação do OA, pois nem sempre se encontra um OA “que não tenha falhas conceituais” (P64).

A esse respeito, temos ainda o testemunho de Medeiros e Medeiros ao relatarem o caso em que o estudante é ludibriado por uma simulação computacional com erros conceituais em sua programação

[...] a simulação havia sido construída com base em um modelo com simplificações exageradas, ou melhor, com graves equívocos. E aí residia o seu maior perigo e aparente aspecto real. Havia um modelo subjacente à simulação e este não estava claro para o estudante que tomava, assim, os equívocos veiculados por uma tal simulação como os aspectos demonstrativos de um fenômeno real. **Em outras ocasiões, pudemos observar diferentes exemplos de simulações igualmente belas e não menos equivocadas.** É difícil avaliar o seu potencial destrutivo sobre a mente desavisada de um possível aprendiz (2002, p. 81, artigo 33, grifo nosso).

Para finalizar, na análise das respostas à questão 6 e 10, dentre outras dificuldades enfrentadas pelos professores e não levantadas de antemão por nós (nos itens de 1 à 6 da questão 6), percebemos outro problema recorrente: o tempo excessivo para a utilização do OA. Perde-se muito tempo para a escolha do OA, para a preparação da atividade, dos computadores do laboratório e no próprio deslocamento dos alunos ao laboratório de informática, o que é agravado pelo pouco tempo previsto no currículo para a quantidade de conteúdos a ser trabalhada. Para citar algumas colocações, o respondente P31 afirma: “O problema maior é o ‘tempo’, pois tenho que pesquisar vários sites e analisar o que realmente está dentro do contexto”; além disso ainda é preciso “Adequar as simulações e jogos para o tempo estimado da aula” (P32), levando em conta que “Na maioria dos casos o deslocamento para a sala de informática é um fator que atrapalha tanto na logística quanto referente ao tempo da aula”(P140).

Ainda com relação às dificuldades, na questão dez, apesar de sete professores terem declarado nunca ter tido problemas com o uso dos OA, cinco deles concordaram com alguns itens da questão 6. Assim, parece evidente que não encontrar nenhuma dificuldade no uso de OA é uma exceção que acontece em poucas situações, em condições ideais, que não podem ser generalizadas à todas as escolas. Por exemplo, os professores que declararam não ter

enfrentado nenhuma dificuldade utilizaram os OA em escolas privadas (P1 e P139). Como afirma outro respondente desse grupo:

Quando se tem uma sala preparada com computador que possua os programas necessários para o simulador, tudo funciona bem. Neste ano tenho isso, e por enquanto não tive dificuldades, só depende de me organizar. É claro que uso o método de projetar o simulador e os alunos assistem e depois peço que vejam em casa (P71).

A análise qualitativa das respostas à questão dez, destinada a complementar os dados quantitativos levantados pela questão 6 e apresentados no Gráfico 8, poderia ainda ser estendida a outras questões que podem ser identificadas nas respostas dos professores transcritas no Anexo C, mas como elas aparecem com frequência menor, não o fizemos aqui.

Quanto aos resultados referentes a metodologia mais utilizada pelos professores ao trabalharem com OA, referentes as respostas da questão 7 do nosso questionário, ilustrados no Gráfico 9, pode-se observar que a maior parte dos professores (68%)³⁶ utilizou os OA mediante a projeção do software para toda a classe e quase metade (46%) já utilizou um OA no laboratório de informática, como sugerimos em nossa proposta inicial de aplicação. Isso significa, que de toda a amostra de respondentes, 30% dos professores já utilizaram um OA, pelo menos uma vez, nos laboratórios de informática de suas escolas, algo que só conseguimos fazer, como se verá na próxima seção, de modo muito precário e esporádico.

Nesse levantamento não foi possível identificar outras metodologias didáticas para o uso de OA. No item outros, um respondente disse utilizar seu próprio tablet para rodar o OA, provavelmente uma animação que não exige um processador muito rápido; outro disse apenas variar seu método de uso do OA dependendo de seus objetivos, sem especificá-los. A alternativa de pedir um trabalho extra classe, talvez como meio de compensar a falta de infraestrutura, também foi utilizada pelos professores, mas em menor número (24%).

³⁶ Os dados possuem margem de erro de 8%. Note que neste caso, considerando os limites da margem de erro ainda verifica-se a predileção dos professores em projetar os OA na sala de aula.

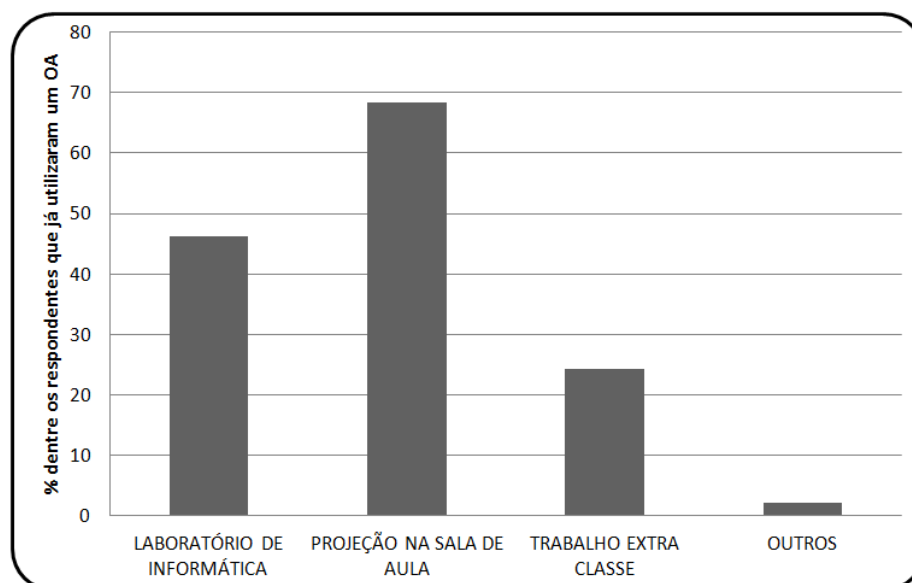


Gráfico 9 - Distribuição percentual de acordo com a metodologia empregada na utilização do OA.

Apresentamos agora a análise qualitativa das respostas obtidas na questão aberta 9. Primeiramente dividimos as respostas em cinco categorias: i) respostas afirmativas; ii) respostas afirmativas com ressalvas; iii) respostas negativas; iv) respostas negativas com ressalvas; v) não respostas e respostas que não revelaram opinião. A Tabela 7 reúne os dados referentes a essa questão:

Tabela 7 - Análise das respostas à questão 9: “Valeu a pena utilizar esses recursos virtuais? Por quê?”

<i>Categorias</i>	<i>Nº absoluto de respondentes</i>	<i>Percentual dos respondentes</i>
i. respostas afirmativas	76	80%
ii. respostas afirmativas com ressalvas	13	14%
iii. respostas negativas	0	0%
iv. respostas negativas com ressalvas	3	3%
v. não respostas e sem opinião.	3	3%

Dos dados da Tabela 7 fica evidente que, a grande maioria dos professores concorda que a utilização dos OA traz algum benefício no processo educativo. Das justificativas positivas apresentadas identificamos as seguintes, elencadas em ordem decrescente de número de citação:

I) Ajuda na compreensão, no entendimento e na aprendizagem do conteúdo que os OA fornecem, 36% ;

II) Aumenta a interação e participação dos alunos, 21%;

III) Torna as aulas mais atraentes e dinâmicas, 19%;

IV) Auxilia a visualização e criação de imagens mentais sobre os fenômenos estudados e estimula a capacidade de abstração necessária para entendê-los, 16%;

V) Ajudam a aumentar a atenção dos alunos, e, por serem lúdicos, aumentam o interesse e a motivação deles (8 % para cada item);

VI) Em menor número, encontramos professores que acham que os OA representam de modo dinâmico os fenômenos (P1, P89, P118), permitindo sua vivência prática (P4) e, em alguns casos, sendo uma alternativa à experimentação tradicional (P60, P80, P124), principalmente no estudo da Física Moderna (P60, P80, P124) que é muito abstrata. A realidade atual e contexto social do aluno, muito vinculado a tecnologia também foram citados como incentivo a utilização dos OA, que poderia aproximar o trabalho pedagógico do cotidiano (P16, P64, P95).

Das ressalvas levantadas pelos professores apresentadas nas respostas da categoria ii estão, em primeiro lugar, os problemas de infraestrutura. Destacam-se também a dependência do sucesso da aula com a proposta dos poucos OA que existem sem erros e com bons objetivos, a dificuldade com o manejo da turma, e a dificuldade de preparação da atividade pelo professor, para quem os OA são apenas um complemento didático. Um dos professores ainda destaca: “Em parte sim [valeu a pena utilizar OA], pois interagiram melhor durante as aulas e disseram compreender melhor o conteúdo. Contudo, o resultado nas aulas seguintes não se mostrou tão favorável”(P53).

Dos professores cujas respostas foram classificadas na categoria iv (P82, P87 e P114) destacamos a resposta do professor P87 para quem “o efeito [do uso dos OA] não foi muito diferente do que uma aula tradicional”; já o professor P114, apesar de afirmar não ter tido sucesso com o conteúdo abordado com o uso do OA, reconheceu que “houve um ‘efeito colateral’, se assim posso dizer. Os alunos começaram a dar mais contribuições nas aulas seguintes [...] percebi a aceitação de toda turma após a atividade no laboratório”.

Para finalizar esta seção, apresentamos a seguir o perfil da nossa amostra de professores com relação as suas disciplinas de atuação (Gráfico 10), e depois propomos um

comparativo entre a frequência de utilização dos OA por professores de Física e os demais respondentes (Gráfico 11)³⁷.

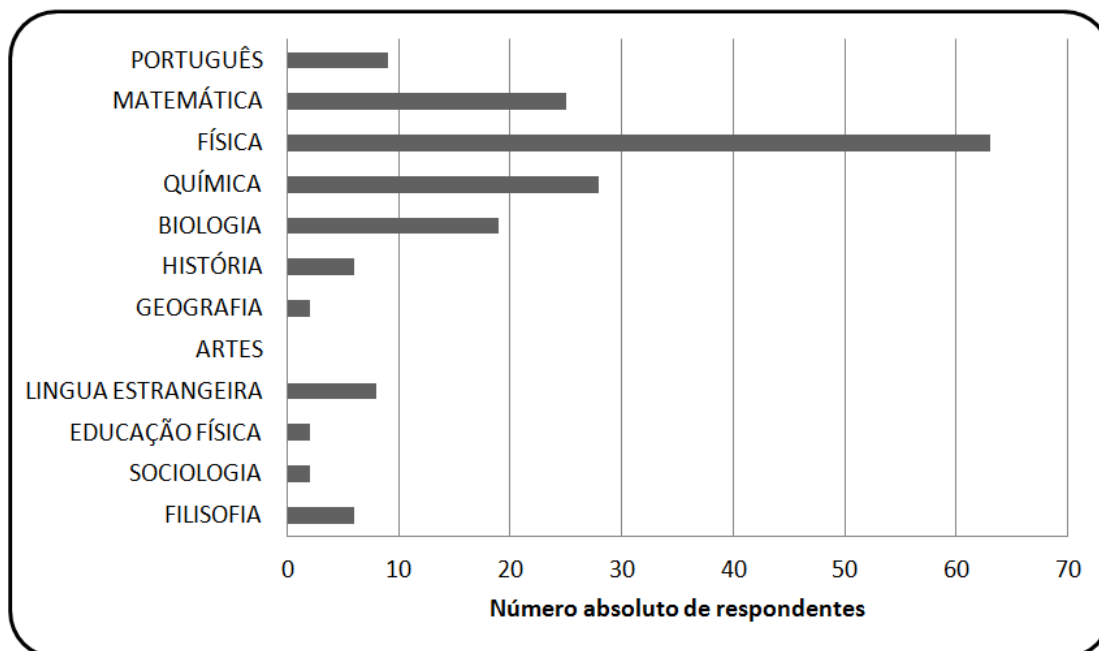


Gráfico 10 - Perfil dos respondentes de acordo com a disciplina que ministram.

A maior parte dos respondentes são professores de Física, seguido pelos professores de Química, Matemática e Biologia, com as demais áreas sendo pouco representadas. Não fizemos a avaliação de uso dos OA para cada disciplina, por entendermos que o baixo número de respondentes nos forneceriam estatísticas com margens de erro tão grandes que não nos permitiriam chegar a resultados conclusivos como o que aconteceu da análise do Gráfico 5 sobre a distinção de uso dos OA dos professores que trabalhavam em instituições públicas e privadas. Porém, como houve um número mais expressivo na área de Física e o nosso trabalho abordou o uso de OA nessa disciplina, fizemos um comparativo entre essa disciplina e as demais áreas, e do Gráfico 11 percebe-se que o uso de OA parece ser mais difundido nesta área.

Apesar de não termos levantado as razões para essa diferença, inferimos algumas que poderiam ser consideradas para uma posterior análise mais precisa, como o maior número de OA nessa disciplina se comparado com as demais (no BIOE por exemplo, de todos os recursos voltados para o ensino médio a maior parte é de Física), a natureza mais abstrata e

³⁷ O percentual apresentado no gráfico é relativo ao número total de respondentes de cada categoria levantada, e as margens de erro são 10% para os dados referentes aos professores de Física (coluna cinza escura) e 6% para os demais professores (coluna cinza clara).

experimental dos conteúdos relativos à Física (também mais presentes na área de ciências da natureza), o interesse dos professores de Física em conseguir minimizar a aversão que muitos alunos apresentam com relação a essa disciplina (também presente nas demais disciplinas de exatas).

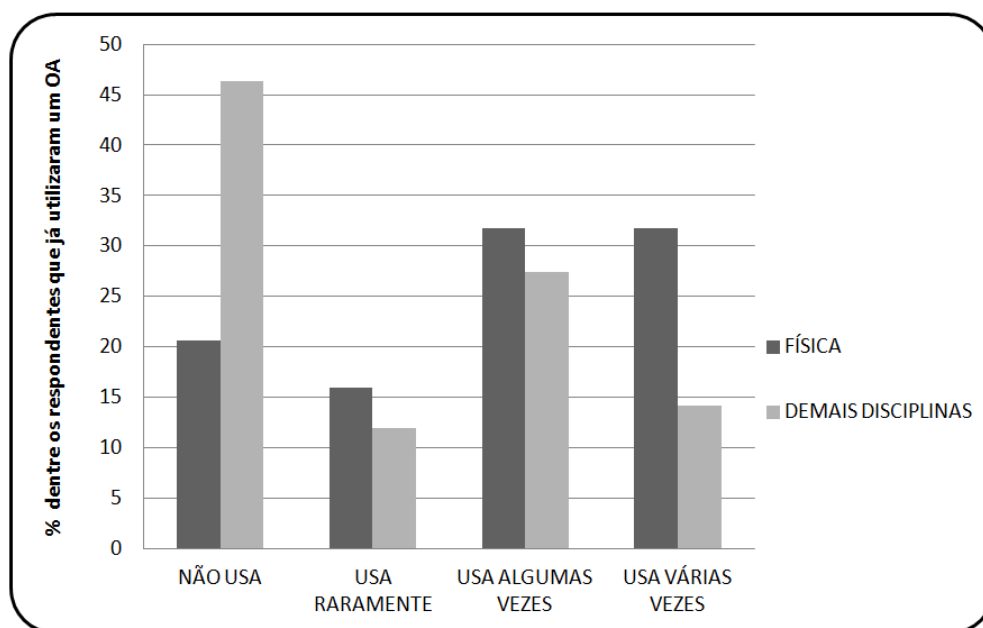


Gráfico 11 - Frequência de uso de OA comparativa entre os professores de Física e das demais disciplinas.

De qualquer maneira, mesmo considerando as margens de erro relacionadas nesse comparativo com relação aos itens “não usa” e “usa várias vezes”, não parece existir dúvidas sobre o maior uso de OA de Física. Entretanto, como a análise dos dados referentes ao tipo de instituição que o professor atua revelou uma desigualdade entre a frequência de uso de OA por professores nas escolas privadas e públicas (Gráfico 3 e Gráfico 4), optamos por fazer a verificação cruzada entre o perfil de atuação da nossa amostra referente aos professores de Física e das demais disciplinas. De fato, um maior número de professores de Física da nossa amostra trabalha em escolas privadas, o que poderia ter tendenciado nossos resultados, por esse motivo, selecionamos uma subamostra com dados proporcionais quanto ao tipo de instituição de atuação dos professores de Física e dos demais professores.

A Tabela 8 organiza os dados absolutos para essa análise. Por meio dela foi possível traçar a distribuição da frequência de uso de OA comparativa com a correção do perfil de atuação dos professores conforme pode-se ver no Gráfico 12.

Tabela 8 - Dados absolutos da frequência de uso dos OA de dois subgrupos: professores de Física e de demais disciplinas, dando destaque a distribuição proporcional das subamostras quanto ao tipo de instituição que atuam.

<i>Professores</i>	<i>Instituição de atuação</i>	<i>Não usa</i>	<i>Usa raramente</i>	<i>Usa as vezes</i>	<i>Usa várias vezes</i>	<i>Total</i>
<i>de Física</i>	<i>Pública</i>	8	3	7	5	23
	<i>Privada</i>	0	0	5	6	11
	<i>Ambas</i>	1	2	2	2	7
<i>das demais disciplinas</i>	<i>Pública</i>	14	1	6	2	23
	<i>Privada</i>	2	2	3	4	11
	<i>Ambas</i>	0	2	3	2	7

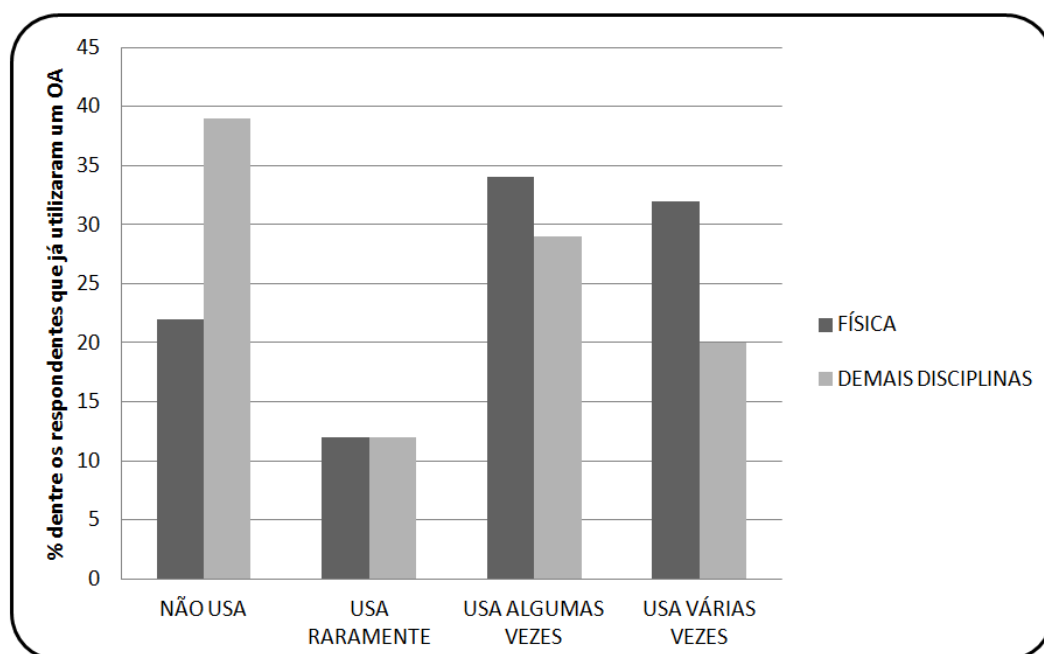


Gráfico 12 - Frequência de uso de OA comparativa entre os professores de Física e das demais disciplinas, a partir de subamostras proporcionais quanto ao perfil de instituição de atuação.

Assim, o Gráfico 12 evidencia que mesmo com a necessária correção de perfil da amostra ainda verificamos um número menor de professores de Física que não utilizam os OA se comparado com os de outras disciplinas. Quanto aos professores que utilizam várias vezes este recurso a diferença ainda existe, mas neste caso, como a margem de erro é maior, os resultados relativos à esta categoria não são conclusivos.

5.3.2. Alunos e os OA

A análise do questionário elaborado para os alunos avaliarem a atividade utilizando os OA (vide anexo A) será apresentada nesta seção dividida em duas partes: I) análise quantitativa referentes a primeira parte do questionário utilizando a escala Likert e II) a análise qualitativa da segunda parte a partir das respostas das questões abertas.

Antes entretanto, descreveremos como a atividade pôde ser de fato aplicada ao grupo de alunos respondentes desse questionário, primeiramente descrevendo detalhadamente o minicurso Física Virtual desenvolvido para esse fim, conforme comentado na seção 5.1.

Como não foi possível aplicar atividades com OA de modo consoante com a programação curricular dos alunos da rede pública elaboramos um minicurso de cinco encontros, cada um envolvendo a utilização de um OA diferente conforme se vê na Tabela 9.

Tabela 9 - Estrutura do minicurso Física Virtual.

<i>Encontro</i>	<i>Objeto de Aprendizagem</i>	<i>Disponível em:</i>	<i>Tema</i>
1	Skate e Energia	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/3148	Conservação e transformações de energia, a dinâmica de movimentos e noções de gravitação.
2	Cores*	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/16806	A visão das cores: diferenciação dos sistemas primários de cor RGB e CMY
3	Corrida de Fórmula 1	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/8512	Cinemática básica: análise de grandezas como deslocamento, distância percorrida, velocidade média, e gráficos.
4	Circuitos elétricos*	http://www.nec.fct.unesp.br/NEC/RIVED/Objetos.php	Circuitos elétricos: seus elementos e correto funcionamento, diferenciação de associação de resistores em série e em paralelo.
5	Eletromagnetismo - Ímãs e bússolas: Negócio da China	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/15755	Introdução ao magnetismo: campo de indução magnética e seus efeitos sobre bússolas e materiais ferromagnéticos; campo magnético terrestre e história do magnetismo.

* OA já apresentados na seção 4.3.1. Escolha dos Objetos de Aprendizagem.

Os OA do primeiro e terceiro encontros da Tabela 9 acima, já tinham sido utilizados por nós no curso extracurricular que motivou nosso trabalho em 2010, e foram escolhidos porque além da interatividade, já sabíamos que possuíam boa aceitação dos alunos, só não tinham sido inicialmente escolhidos porque não trabalharíamos com conteúdos do primeiro

ano do ensino médio. O OA do primeiro encontro é um simulador do PHET extremamente interativo que aborda o tema da energia a partir de suas transformações relacionadas a um skatista em um *half pipe*³⁸ (seu designer gráfico bem como algumas de suas funções podem ser vistos na Figura 11). Ele permite a análise das transformações de energia mediante a construção do gráfico de energia de acordo com o movimento simulado, seja na Terra, na Lua ou no “Espaço” (região sem campo gravitacional e resistência do ar). Desse modo pode-se visualizar movimentos nessas condições ideais e discutir as leis de Newton, particularmente a primeira.

A existência do atrito também pode ser simulada e a correspondência entre o atrito e a variação da energia mecânica pode ser vista nos gráficos animados disponíveis. Além disso, a pista, inicialmente simétrica e em formato de U, pode ser alterada e aumentada, mas alguns formatos (como um *looping*, por exemplo) resultam em uma animação incompatível com a realidade. As diferentes possibilidades de uso são abordadas no roteiro dessa atividade, à semelhança dos roteiros apresentados no Anexo D, mas suas ferramentas permitem um número muito maior de atividades de acordo com o objetivo do professor.

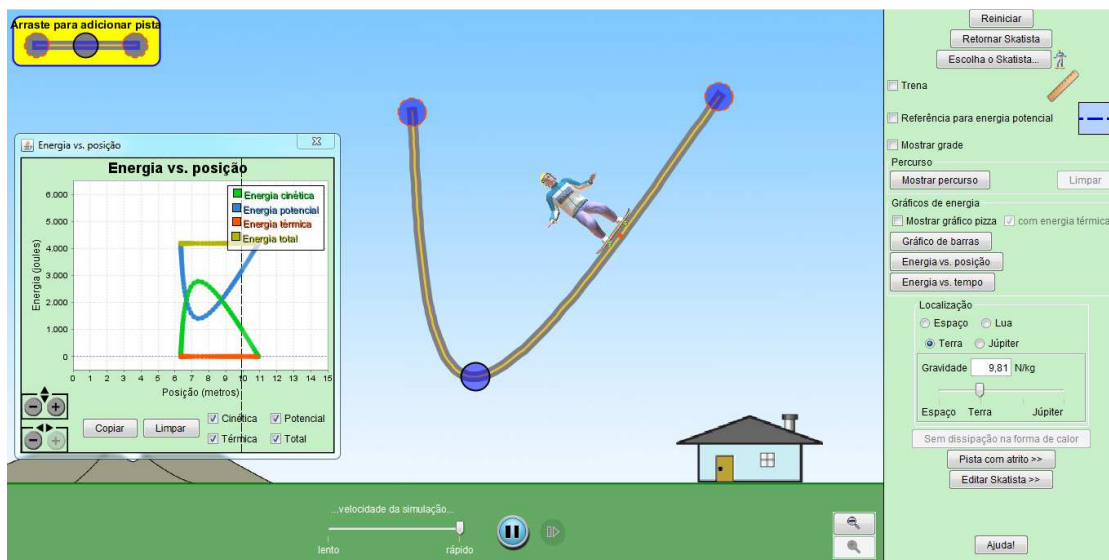


Figura 11 - OA Skate e energia previsto para o primeiro encontro do minicurso Física Virtual.

O OA do terceiro encontro aborda temas bem específicos da cinemática e, apesar de ter alguns problemas no reconhecimento dos dados de entrada devidos à sua programação, tem uma diagramação interessante, semelhante a um jogo, permitindo que os alunos “dirijam” os carrinhos durante a corrida, veja a Figura 12.

³⁸ Pista de skate no formato de U utilizada na prática do esporte na modalidade vertical.

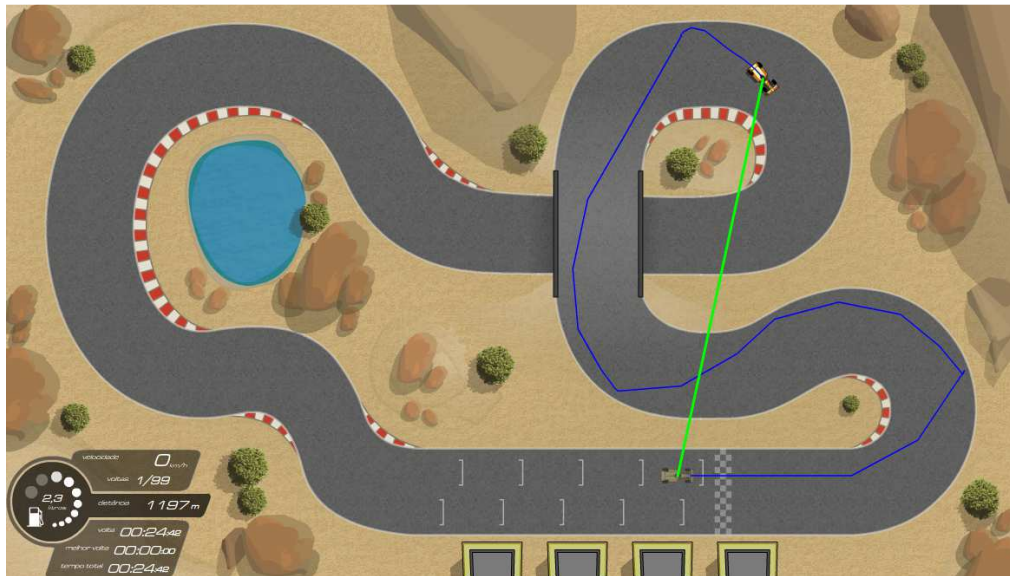


Figura 12 - OA Corrida de Fórmula 1 previsto para o terceiro encontro do minicurso Física Virtual.

Esse OA destaca principalmente a diferença entre distância total percorrida (apesar de ela não ser contínua) representada pela linha azul e o deslocamento (apenas em módulo) representado pelo segmento de reta verde (vide Figura 12). Em uma das telas é pedido o cálculo do deslocamento com o auxílio dos pares ordenados da posição final e inicial dados em um gráfico. Os problemas dessa tarefa, apesar de contornáveis, devem-se ao fato de a calculadora disponível no recurso não calcular a raiz quadrada, necessária para encontrar o resultado (utilizamos para isso a calculadora dos acessórios do computador), e o gráfico não ter indicação de suas grandezas e unidades nos eixos; esse foi o erro mais grave que encontramos, mas mesmo assim trabalhamos com esse OA de acordo com a proposta de atividades destinada a descobrir essas grandezas e unidades. Em outra janela é possível participar de uma corrida de cinco voltas após a qual são tabelados dados de tempos e de distâncias percorridas em cada volta para o cálculo da velocidade *escalar* média de determinada volta (deve-se ressaltar que o OA, equivocadamente, se refere ao cálculo da velocidade média). Nessa tela também é apresentado um gráfico (distância percorrida x tempo - com o mesmo problema nos eixos); passando o mouse por cima dele, é possível obter valores de velocidade instantânea de modo a ser possível diferenciar os conceitos de velocidade escalar média e instantânea e até mesmo verificar a relação entre o conceito de velocidade e a inclinação da tangente à curva do gráfico em cada ponto.

O objeto de aprendizagem do último encontro é do mesmo projeto do OA apresentado na subseção 4.3.1, Geradores e motores elétricos. Ele também possui um menu

com várias mídias a ele associados como vimos na Figura 4 (Mídia Complexa ou Hipermídia), porém na sua página relacionada ao simulador a interatividade é um pouco maior (vide Figura 13).

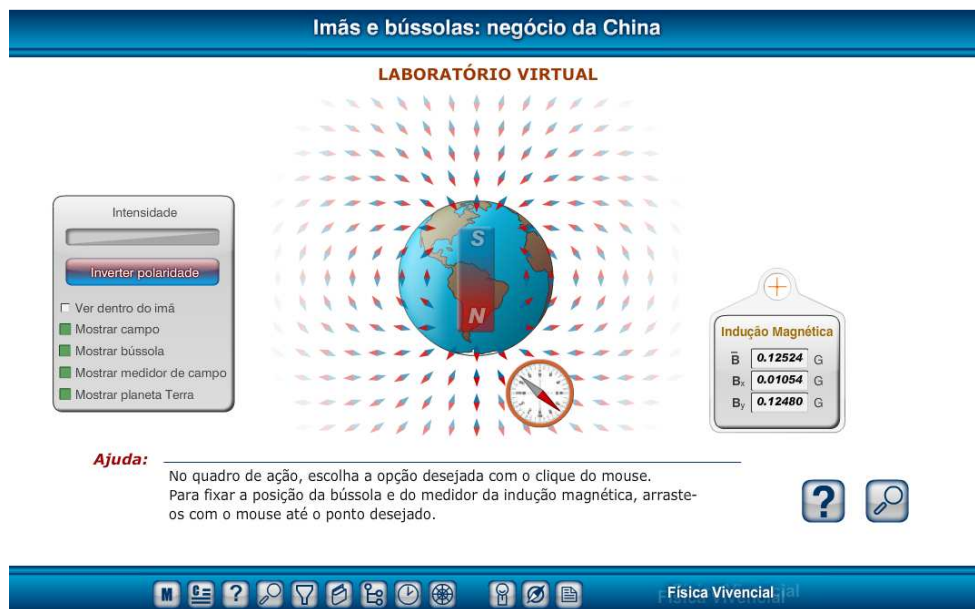


Figura 13 - OA Ímãs e Bússolas previsto para o quinto encontro do minicurso Física Virtual.

Para esses cinco OA foram criados roteiros norteadores da atividade no laboratório de informática e como precaução mais um OA foi escolhido como suplente (intitulado Trombadas, trata de colisões e conservação do momento linear). Entretanto, devido as dificuldades estruturais da escola pública, já relatadas e corroboradas pela análise da pesquisa do corpo docente, tivemos de aplicar as atividades de modo isolado para turmas diferentes. Como as atividades de cada encontro eram independentes, essa mudança de planos não afetou o seu objetivo principal; desse modo, com a colaboração da direção e dos professores aplicamos as atividades para duas turmas da rede pública do Estado de São Paulo na primeira semana de outubro de 2013. O planejamento diário foi preparar os computadores nas duas primeiras aulas do dia e depois fazer a atividade em duas aulas geminadas para duas turmas distintas.

No dia 01/10/2013 preparamos o laboratório com o auxílio dos estagiários do ACESSA Escola. Sabíamos que os alunos não poderiam fazer o login no sistema *Blue Control* utilizado pelo ACESSA Escola para monitoria do uso dos computadores porque isso requereria o acesso prévio do aluno, que tem o tempo limitado em 1h40min (duas horas-aula), previsto da

atividade e que devido ao tempo de respostas das máquinas a turma ficaria muito tempo ociosa e não seria possível concluir a atividade. Além disso, uma vez passado esse tempo seria necessário salvar os programas em todos os computadores novamente para a atividade com a segunda turma. Por essas razões pedimos a autorização para os alunos poderem utilizar os computadores sem estarem logados no sistema. Para que isso fosse possível os estagiários retiraram os fios da conexão de rede, ligaram os computadores e salvamos os programas do minicurso no desktop de cada computador – isso foi necessário porque o Acesso Escola não permite que os arquivos do computador do administrador sejam compartilhados para os demais computadores do laboratório. Se fosse possível, teria diminuído muito o trabalho inicial de preparação dos computadores.

Alguns problemas já surgiram nessa fase, encontramos computadores que ficavam constantemente reiniciando - *em looping* - e não puderam ser utilizados. Das 25 máquinas disponíveis para os alunos no laboratório fora do sistema *Blue Control*, apenas nove ligaram de modo eficiente e puderam ser utilizados para a atividade. Além disso, os computadores não tinham Java instalado e os estagiários do Acesso Escola ficaram receosos quanto a autorizar a instalação desse programa, fundamental para rodar o OA Skate e energia que seria o primeiro a ser utilizado. Como, prevendo problemas técnicos havíamos levado as atividades de outros quatro OA decidimos utilizar o OA das Cores.

Porém, nem todos os nove computadores rodavam esse programa, pois, como já apontado anteriormente, os computadores do laboratório não tinham o mesmo conjunto de programas e configurações. Assim, para nos adaptarmos às condições de infraestrutura do laboratório e aproveitar ao máximo o número de computadores disponíveis, resolvemos fazer um *mix* de atividades, utilizando os OA cujos roteiros havíamos levado por precaução e que rodavam nos computadores disponíveis. Desta maneira, três OA puderam ser utilizados: Cores, Corrida de Fórmula 1 e Trombadas, mas não foi possível dividir proporcionalmente a quantidade de computadores entre esses OA, pois isso dependeu das configurações de cada computador.

Foram selecionados dezoito alunos (dois por computador) para compor a primeira turma de aplicação dos OA, os demais alunos ficaram com o professor responsável na sala de aula. Essa primeira turma se mostrou bem animada e engajada nas atividades propostas no laboratório, eles contaram com menos distração, pois não religaram a internet - como alguns alunos da segunda turma o fizeram.

Na segunda turma, foram trazidos para o laboratório de computação dezenove alunos, dos quais três não se interessaram em fazer a atividade e, contrariando nossas

orientações, religaram a rede de internet e ficaram alheios à atividade durante a aula. Além disso, a internet foi religada em outros três computadores, em sua maioria para a utilização de redes sociais, o que acabou competindo com a atividade proposta de modo que essa segunda turma não se empenhou tanto nos objetivos da atividade prevista como a primeira.

Apesar desses problemas as atividades foram aplicadas com sucesso, não houve problemas no entendimento dos questionários, embora cinco alunos não os tenham respondido. Verificou-se, entretanto, que o tempo foi subestimado, principalmente para as atividades do OA Trombadas, que exigia um número maior de cálculos, e por isso seus objetivos não foram integralmente alcançados, já que os alunos não o terminaram a tempo. Por esse motivo, na segunda turma apenas os dois outros OA que estavam funcionando corretamente foram utilizados.

Apresentamos a seguir os resultados referentes à primeira parte do questionário dos alunos (vide Anexo A). Para analisar os dados na escala Likert são atribuídos pontos de 1 a 5 de acordo com a menor ou maior concordância do respondente ao item enunciado; para itens que avaliaram qualidades positivas (no nosso caso exceto o 5) atribuímos:

- 5, se o aluno concorda totalmente (CT);
- 4, se o aluno concorda parcialmente (CP);
- 3, se o aluno manifestou-se indiferente (I);
- 2, se o aluno discorda parcialmente (DP);
- 1, se o aluno discorda totalmente (DT);

Na questão 5, que se refere a uma qualidade ruim dos OA, a atribuição de pontos é invertida: CT - 1; CP - 2; I - 3; DP - 4 e DT - 5. A seguir, na Tabela 10 apresentamos a pontuação dos 32 alunos respondentes do nosso questionário.

A melhor avaliação obtida por meio desse questionário é de 40 pontos, correspondente à pontuação máxima atribuída pelos alunos às oito questões e, analogamente, a pior avaliação é de 8 pontos. Uma pontuação média de 24 pontos revelaria um conjunto de respondentes sem opinião ou indiferentes ao que está sendo perguntado. O método mais simples de se avaliar um questionário na escala Likert é somar as pontuações de cada respondente e tirar a média verificando se a pontuação média está mais próxima de uma avaliação favorável ou não. Porém, “os números da escala Likert não abrangem todas as propriedades de números aritméticos e, assim, é perigoso utilizar métodos aritméticos para analisá-los” (McCLELLAND, 1976).

Tabela 10 - Apresentação dos dados do questionário dos alunos sobre a atividade com os OA. Nas colunas nos referimos às questões, e nas linhas identificamos os alunos respondentes.

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
A1	4	5	5	4	5	4	5	5
A2	4	5	5	4	5	4	5	5
A3	4	5	5	4	5	4	5	5
A4	4	4	4	5	3	5	5	5
A5	2	4	4	4	2	4	4/5	4
A6	4	1	4	1	2	4	4	4
A7	2	1	4	1	5	4	4	4
A8	1	1	4	4	5	4	4	1
A9	5	4	3	4	3	4	5	4
A10	4	5	5	4	5	5	4	3
A11	4	5	4	4	1	5	5	4
A12	4	4	4	4	5	5	4	5
A13	4	4	4	4	5	5	5	4
A14	4	4	4	5	3	5	5	5
A15	4	4	4	5	3	5	5	5
A16	5	5	4	4	3	5	5	4
A17	4	5	4	3	4	5	4	5
A18	5	5	4	4	5	3	2	4
A19	5	5	5	4	1	4	5	5
A20	4	5	4	5	5	5	5	5
A21	4	4	5	5	5	4	5	4
A22	5	5	5	5	5	5	5	5
A23	5	5	5	5	3	5	5	5
A24	5	5	5	4	5	4	5	4
A25	5	5	5	4	5	4	5	4
A26	4	5	5	4	5	5	4	5
A27	4	5	5	4	5	5	4	5
A28	4	4	5	4	3	5	5	5
A29	4	4	5	4	3	5	5	5
A30	5	4		4	2	5	5	5
A31	5	4	4	5	5	5	5	5
A32	5	4	5	5	4	4	4	5

Por isso, utilizamos o método apresentado por John McClelland para identificar grupos de respondentes mais favoráveis e menos favoráveis ao assunto pesquisado e minimizar assim a possível perda de informação do questionário quanto a opinião dos respondentes. Primeiramente, na análise da pontuação de cada aluno, excluímos os alunos que se mostraram sem opinião e/ou cuja pontuação aparenta ter inconsistências internas. No nosso caso, cinco questionários foram excluídos: do aluno A5 por apresentar duas respostas em Q7; dos alunos A11, A19, A30 por parecerem favoráveis ao grupo de itens, exceto na Q5, que sendo a única questão negativa do questionário pode tê-los confundido, além de A30 que não

expressou opinião em Q3 e o do aluno A22 que marcou todas as respostas iguais o que pode indicar falta de julgamento ou desinteresse em responder as questões.

A média geral da pontuação, com base no grupo dos 27 questionários restantes, foi 4,3 pontos o que indica que o uso dos OA foi bem avaliado, porém para destacarmos os itens mais bem avaliados e nos certificarmos de que essa média não está mascarando alguns resultados, aplicamos o método proposto por McClelland. Fizemos o somatório das pontuações de cada aluno (nas linhas) e de cada questão (nas colunas) com a finalidade de identificar quais foram os alunos que melhor avaliaram a atividade (grupo mais favorável) e os que pior a avaliaram (grupo menos favorável), bem como, das questões avaliadas por eles, identificamos as mais bem e as mais mal avaliadas. Com essa separação, montamos uma nova tabela com 2 x 2 grupos de respostas (de alunos mais ou menos favorável e de questões mais bem ou mais mal avaliadas) por meio da qual é possível verificar a coerência das respostas aos itens entre si e, mediante a média da pontuação desses grupos fazer uma avaliação com menor margem de erro.

A Tabela 11 a seguir mostra a classificação realizada; dela podemos perceber que a maior parte dos alunos, 22 em 27, avaliaram muito bem a atividade com os OA (a nota de corte estabelecida para esse grupo foi 34 pontos totais ou mais) e os demais, do grupo menos favorável, possuem pontuação que os aproxima de quem não tem opinião sobre a atividade ou que não a avaliam tão bem quanto o outro grupo. As questões mais bem avaliadas são a questão 3, sobre a facilidade de manuseio do OA e do entendimento de seu objetivo, a questão 6 sobre a importância do roteiro norteador na sala de aula e as questões 7 e 8 sobre as interações sociais promovidas na atividade.

Calculando a pontuação média para os quatro grupos identificados na Tabela 11 nós encontramos uma pontuação de 4,7 pontos para avaliação dos alunos mais favoráveis com relação as questões mais bem avaliadas (Q3, Q6, Q7 e Q8) e 4,4 pontos desse grupo de alunos com relação as questões mais mal avaliadas (Q1, Q2, Q4 e Q5). Esses valores revelam como a maior parte dos alunos tiveram uma opinião favorável à atividade com o OA. O grupo de alunos menos favoráveis obtiveram uma média de 3,7 pontos para as questões mais bem avaliadas e de 3,2 para as demais. Assim, esse grupo de alunos revelam não ter opinião ou serem indiferentes às questões Q1, Q2, Q4 e Q5 (mais mal avaliadas - lembre-se que nessa escala Likert a pontuação 3 foi atribuída à avaliação indiferente dos itens), e portanto mesmo o grupo menos favorável não avaliou a atividade de modo negativo.

Tabela 11 - Apresentação dos dados do questionário dos alunos sobre a atividade com os OA, com a identificação dos grupos de alunos menos e mais favoráveis a seu uso e as questões mais bem e mais mal avaliadas.

QUESTÕES MAIS BEM AVALIADAS					QUESTÕES MAIS MAL AVALIADAS				
ALUNOS MAIS FAVORÁVEIS		Q3	Q6	Q7	Q8	Q1	Q2	Q4	Q5
	A1	5	4	5	5	4	5	4	5
	A2	5	4	5	5	4	5	4	5
	A3	5	4	5	5	4	5	4	5
	A4	4	5	5	5	4	4	5	3
	A10	5	5	4	3	4	5	4	5
	A12	4	5	4	5	4	4	4	5
	A13	4	5	5	4	4	4	4	5
	A14	4	5	5	5	4	4	5	3
	A15	4	5	5	5	4	4	5	3
	A16	4	5	5	4	5	5	4	3
	A17	4	5	4	5	4	5	3	4
	A20	4	5	5	5	4	5	5	5
	A21	5	4	5	4	4	4	5	5
	A23	5	5	5	5	5	5	5	3
	A24	5	4	5	4	5	5	4	5
	A25	5	4	5	4	5	5	4	5
	A26	5	5	4	5	4	5	4	5
	A27	5	5	4	5	4	5	4	5
	A28	5	5	5	5	4	4	4	3
A29	5	5	5	5	4	4	4	3	
A31	4	5	5	5	5	4	5	5	
A32	5	4	4	5	5	4	5	4	
ALUNOS MENOS FAVORÁVEIS	A6	4	4	4	4	4	1	1	2
	A7	4	4	4	4	2	1	1	5
	A8	4	4	4	1	1	1	4	5
	A9	3	4	5	4	5	4	4	3
	A18	4	3	2	4	5	5	4	5

Assim, mesmo considerando um grupo pequeno de respondentes o método proposto por McClelland indica que a avaliação da atividade com os OA no laboratório de informática realizada pelos alunos foi boa e, ao revelar as questões mais bem avaliadas, possibilitou uma análise mais sistemática da opinião dos alunos se comparado com a análise da média da pontuação do grupo inteiro de respondentes. Por exemplo, no grupo das questões mais bem

avaliadas estão as duas questões (Q7 e Q8) que pretendiam saber se o uso de OA pode favorecer a geração de interações sociais na atividade educativa: na opinião da maioria dos alunos que participaram dessa atividade específica a resposta é sim. O roteiro norteador também foi muito bem avaliado (Q6), corroborando nossa ideia de que por si só os OA podem não ser autossuficientes na atividade no laboratório e revelando grande coerência com o referencial teórico aqui adotado.

Como já comentamos, a escala Likert foi utilizada com o objetivo de facilitar a tomada de dados e tornar possível o cálculo do coeficiente alfa de Cronbach. Seu cálculo é importante pois ele é uma das ferramentas estatísticas mais difundidas no auxílio da determinação da confiabilidade de um questionário. Segundo Best e Kahn (1995), um bom questionário deve ter:

- I. *Confiabilidade*: fazer a medição do que se pretende de modo consistente, o que significa obter resultados estáveis e comparáveis em repetidas aplicações. Existem vários tipos de confiabilidade:
 - Estabilidade no tempo: ao ser testado outras vezes produz resultados altamente correlacionados;
 - Estabilidade nas amostras dos itens: possuem versões diferentes de questionário mas com itens correlacionados que aplicados de modo intercalado resultam em dados altamente correlacionados;
 - Estabilidade dos itens (consistência interna): os resultados de diferentes itens do questionário são altamente correlacionados com os resultados de outros itens do questionário. O alfa de Cronbach mede esta estabilidade;
 - Estabilidade sobre os respondentes: quando dois respondentes, independentemente de suas pontuações, são postos a responder um teste e obtêm-se grande correlação entre suas pontuações;
 - Desvio padrão: fornece ao pesquisador a margem de erro que ele pode esperar da sua medida dentro da qual ela pode ser considerada válida.
- II. *Validade*: ser capaz de medir o que de fato pretende medir.
- III. *Economia*: ser respondido em um período curto de tempo para ganhar a cooperação dos respondentes e preservar o tempo das pessoas envolvidas em sua administração.
- IV. *Interesse*: as questões devem ser interessantes para que os respondentes não tenham a impressão de que são bobas ou sem utilidade e deem resultados úteis.

Apesar do coeficiente alfa de Cronbach estar restrito a análise apenas da consistência interna do questionário, seu uso é muito difundido para avaliação da confiabilidade de um questionário, até mesmo porque nem sempre são feitos retestes para validação de sua estabilidade no tempo ou são aplicadas duas versões do questionário para validação de sua estabilidade de amostras dos itens, entre outros. Por isso, calculamos o coeficiente alfa de Cronbach, proposto por ele em 1951 com base nos trabalhos de Kuder e Richardson (1937, apud MAROCO; MARQUES, 2006) e Guttman (1945, apud opus citatum)³⁹, utilizando a expressão:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \cdot \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^k \sigma_j^2}{\sigma_T^2} \right)$$

onde k é o número de questões do questionário (no nosso caso $k = 8$), σ_j^2 é a variância da pontuação dos itens e σ_T^2 a variância dos totais medidos a partir da pontuação total obtida por cada respondente.

Tabela 12 - Critérios de confiabilidade estimada pelos valores do coeficiente α de Cronbach.

<i>Autor</i>	<i>Condição</i>	<i>α considerado aceitável</i>
Davis, 1964, p. 24	Previsão individual	Acima de 0.75
	Previsão para grupos de 25-50 indivíduos	Acima de 0.5
Kaplan & Sacuzzo, 1982, p. 106	Investigação fundamental	0.7-0.8
	Investigação aplicada	0.95
Murphy & Davidsholder, 1988, p. 89	Fiabilidade inaceitável	<0.6
	Fiabilidade baixa	0.7
	Fiabilidade moderada a elevada	0.8-0.9
	Fiabilidade Elevada	>0.9
Nunnally, 1978, p. 245-246	Investigação preliminar	0.7
	Investigação fundamental	0.8
	Investigação aplicada	0.9-0.95

Maroco e Marques (2006) adaptam uma tabela com critérios de confiabilidade estimada pelo alfa (α) de Cronbach que apresentamos na Tabela 12. A partir dos dados do nosso questionário obtemos, com um algarismo significativo, $\alpha = 0,7$, que é considerado aceitável, conforme a Tabela 12, nas condições estabelecidas pelos quatro autores ali referenciados: Davis, como previsão para grupos de 25 a 50 indivíduos; Kaplan e Sacuzzo

³⁹ KUDER, G. F., RICHARDSON, M. W. **The theory of the estimation of test reliability.** Psychometrika, 2, 151-160, 1937.

GUTTMAN, L. **A basis for analyzing test-retest reliability.** Psychometrika, 10, 255-282, 1945.

como investigação fundamental; Murphy & Davidsholder, considerado de confiabilidade baixa, mas aceitável e Nunnally para uma investigação preliminar.

As questões abertas desse questionário retornaram com muitas não respostas, respostas pouco elaboradas e críticas sobre o uso dos OA, conforme pode-se conferir no Anexo E. Mesmo assim extraímos delas algumas considerações, analisando, por exemplo, a primeira questão: todos os alunos que a responderam se disseram surpreendidos com o OA, por ter sido uma atividade diferente das que estão acostumados a utilizar e por tê-los ajudado a entender melhor o assunto abordado além de se divertirem com o jogo.

Destacamos esta resposta de um aluno: “Surpreendeu porque achei que seria uma aula com internet mas foi melhor com o programa, realmente me surpreendeu” (A26). Essa comparação se deve ao uso predominante do laboratório de informática para a pesquisa na internet, o que soubemos conversando com os estagiários do ACESSA Escola. Apesar de o nosso trabalho não ter se proposto a avaliar essa questão, parece que, no uso das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação na escola, os computadores não estão tendo todo o seu potencial utilizado no ensino, como para o uso de animações, simulações e jogos virtuais, como comprovam os resultados apresentados na seção anterior e, de certa forma corroborados aqui, pois nenhum dos alunos disse ter conhecimento dessa ferramenta instrucional.

Das dificuldades elencadas pelos alunos na segunda questão do questionário, destacaram-se aquelas relacionadas ao conteúdo do tópico abordado, principalmente quando envolviam muita matemática, como os cálculos presentes no OA Trombadas e os gráficos no OA da corrida de Fórmula 1. Os alunos que reconectaram a internet disseram ter dificuldade em não se distrair com as redes sociais, três deles de modo particular foram os que mais mal avaliaram os OA (A5, na segunda parte do questionário; A6 na primeira parte e A7 em ambas as partes).

Algumas respostas ainda revelaram, mesmo que timidamente, a interação promovida na sala de aula, tanto entre os alunos, como atesta A19: “Na atividade 2 [do OA das Cores] onde eu não tinha entendido o que era para fazer até meu amigo me explicar”; quanto entre os alunos e o professor “a inter[a]ção da professora ajudou bastante” (A29, entre colchetes correção nossa). De modo particular, como em todas as situações de ensino, a interação com o professor, como parceiro mais capaz, é fundamental para o aprendizado dos alunos nas atividades com os OA. Essa interação foi constante até mesmo porque a utilização e interpretação do roteiro e sua vinculação com o conteúdo físico a ser estudado são raramente triviais e precisam dessa colaboração.

O problema maior enfrentado por nós na condução da turma durante a aplicação deveu-se ao número elevado de alunos (apesar de não estarmos com todos os computadores funcionando) e a pouca autonomia deles quanto a própria interpretação do roteiro. Por essas razões, além de termos de ajudá-los a entender melhor a atividade, não foi possível atender a todos particularmente o que levou muitos alunos, que não se dispuseram a pedir ajuda, a ficar alheios à aula, não aproveitando a atividade e até se distraíndo com outras coisas, como já comentamos. Apesar dessas e de outras dificuldades, a motivação demonstrada por quase todos os alunos foi outro fator importante que nos levou a considerar a aplicação da atividade satisfatória. Como vimos na fundamentação teórica do trabalho, no capítulo 3, a motivação é um fator determinante para a aprendizagem; sem ela o aluno não se esforçará para reestruturar seu pensamento a fim de interiorizar aquilo que ele pode extrair da atividade com a colaboração de seu professor.

6. CONCLUSÕES

Neste trabalho procuramos contribuir para a discussão da introdução e do uso de novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) destinadas à educação formal, e ao ensino de Ciências, particularmente de Física. É nesse contexto que o trabalho se insere e embora tivesse como foco principal verificar se as atividades realizadas do modo aqui proposto teriam melhores resultados no sentido de favorecer a aprendizagem dos alunos se apresentadas como atividade extracurricular (ver seção 5.1), nos permitiu avaliar também a eficácia do uso de alguns Objetos de Aprendizagem no ensino médio da rede pública do Estado de São Paulo.

Nesse sentido, a partir das análises quantitativa e qualitativa dos nossos instrumentos de pesquisa realizadas no capítulo anterior, voltamos às questões da nossa pesquisa inicial descritas na seção 4.2 referentes às condições básicas para o uso efetivo dos OA na prática docente e à oferta de OA de grande interatividade nos repositórios *on-line*. Essas questões estavam centradas ao papel do professor e procuramos respondê-las com a utilização dos OA em uma escola pública do Estado de São Paulo por entendermos que nesse contexto não estaríamos idealizando a realidade enfrentada pela maioria dos professores e com o levantamento da experiência daqueles que já utilizaram esses recursos.

Mesmo levando em consideração que nossa análise é apenas indicativa, pois as margens de erro dos resultados do questionário destinado aos professores impossibilitam a generalização dos seus resultados, parece-nos evidente que existem sérios problemas funcionais relacionados ao uso de OA nas escolas, especialmente da rede pública de ensino, que dificultam o seu uso mais frequente como recurso pedagógico complementar ao professor.

Mesmo com um número razoável de repositórios de OA disponibilizados gratuitamente aos professores na internet, verificamos que a maior parte dos OA não atende aos interesses e objetivos dos professores, pois além de não apresentar recursos interativos suficientes que permitam ao aluno participar ativamente das aulas não possibilitam que professor prepare aulas enriquecedoras com diferentes atividades. Um dos poucos alunos que fizeram sugestões e críticas que julgamos pertinentes a respeito do OA por ele utilizado sugeriu que ele “deveria ter mais coisas para [o aluno] desenvolver” (A17).

Além disso, a falta de infraestrutura adequada e de tempo para o preparo e execução de atividades com OA parecem ser motivos suficientes para desanimar muitos professores que tentam adotar esses tipos de recursos. Nosso questionário a eles dirigido não levantou

diretamente as razões para o não uso dos OA, porque dirigiu suas questões aos professores que já haviam tido pelo menos uma experiência em tentar utilizá-los em suas aulas. Mesmo assim o professor P19 declarou nunca ter utilizado os OA por causa de dificuldades básicas de infraestrutura: “Não utilizo recursos virtuais, pois minha escola não possui laboratório e poucos alunos têm computador”.

É provavelmente com relação a esse fator que este trabalho pode dar sua maior contribuição, pois não se limita apenas a mostrar os OA como recursos que devem ser adotados pelos professores pelos motivos X, Y ou Z, mas evidencia que seu pouco uso pode não indicar resistência dos professores à tecnologia ou à mudança de seu modo de lecionar, mas deve-se a motivos estruturais que estão além de suas vontades. Como relatamos na apresentação do projeto inicial (Capítulo 4) e na aplicação das atividades com os OA (cujos resultados são apresentados na subseção 5.3.2), enfrentamos na pele essas dificuldades, corroboradas posteriormente pelos resultados do questionário dos professores. Como disse o professor P60, “Estamos sujeitos a coisas que não dependem só de nós” e o trabalho do professor não pode ficar a mercê da sorte, até mesmo porque o tempo já é muito curto para ele trabalhar com os conteúdos previstos no currículo.

Em contrapartida, nosso trabalho deixa claro que o uso dos OA não é impossível – as respostas dos professores ao nosso questionário são prova disso. Apesar de a maioria ter enfrentado dificuldades, grande parte dessa maioria avaliou de forma positiva as atividades construídas com o auxílio desses recursos virtuais, avaliação que coincide com a opinião geral dos alunos que participaram das atividades com os OA e responderam o questionário a eles dirigido.

O grande abismo entre os recursos disponíveis nas escolas públicas e privadas evidenciam um aspecto fulcral que precisa ser repensado: os investimentos governamentais para elaboração de novos OA, para projetos de laboratórios virtuais e os incentivos à pesquisa de desenvolvimento de recursos digitais para a educação não estão consoantes com aqueles voltados para sua efetiva utilização, nem têm merecido a atenção suficiente dos nossos pesquisadores em ensino. Essa última afirmação ficou evidente para nós quando, para apresentar a definição de objetos de aprendizagem apresentada no capítulo 2, foi necessário recorrer a publicações estrangeiras. Nelas encontramos trabalhos específicos destinados a orientar o trabalho dos *designers* especializados em construir esses recursos que, em geral, não se aplicam à nossa realidade; a maior parte deles são orientações vinculadas à estrutura conceitual de metadados com o objetivo de garantir sua reutilização. Desse modo, os nossos professores não têm onde encontrar subsídios ou fundamentação pedagógica para desenvolver

essa atividade, pois essa informação não é encontrada nem nas nossas publicações acadêmicas, nem nos repositórios que divulgam esses recursos.

Para minimizar essa grave deficiência, propusemos neste trabalho a adoção da teoria vigotskiana que pode oferecer pelo menos duas indicações para orientar um modo eficiente de elaborar e aplicar os OA e tornar possível que eles possam ser mais bem explorados: a motivação e a interatividade, desde que essa interatividade resulte na promoção de interações sociais nas quais o parceiro mais capaz seja o professor. Mas para isso é preciso especificar o tipo de OA para o qual essas indicações podem ser válidas. Isso tornou-se necessário porque, refletindo sobre nossos dados, notamos que inserimos sob o mesmo nome recursos fundamentalmente diferentes entre si, como simulações, animações e jogos. Assim o fizemos para seguir a tradição da literatura que também não os especifica (ARAÚJO; VEIT, 2004; MARTINS; GARCIA; BRITO, 2011; GIORDAN, 2005), no entanto, ao adotarmos uma fundamentação teórica que implica na interatividade, excluímos desses recursos as animações e alguns jogos.

Apesar de as animações serem importantes para a visualização de alguns fenômenos, elas são apenas um elemento auxiliar às aulas do professor, enquanto os OA selecionados neste trabalho devem ser aqueles recursos para os quais são possíveis atividades independentes, realizadas por um pequeno grupo de alunos com a colaboração do professor. Dos OA que encontramos, os mais adequados a essa condição foram as simulações computacionais, de preferência aquelas que permitissem diversas entradas de dados e possibilidades de verificações de hipóteses. Comparando com as atividades experimentais, a animação equivale a uma demonstração experimental apresentada pelo professor a toda classe e uma simulação computacional nos moldes aqui propostos, equivale a uma experiência realizada pelos próprios alunos em grupos. Só desse modo os OA descritos e analisados neste trabalho se ajustam às indicações teóricas da teoria de Vigotski adotadas.

Nesse sentido há de se refletir sobre o questionário dos professores por nós utilizado. Podemos levantar agora algumas críticas a seu respeito que só ficaram evidentes após a coleta e análise dos dados. Acreditamos que uma pesquisa mais aprofundada poderia complementar os resultados apresentados aqui, a começar da necessidade de um número maior de respondentes. Com uma divulgação a nível nacional mais abrangente, as conclusões sobre a frequência do uso de OA no ensino médio teriam mais confiabilidade pois, além de um número maior de respondentes, poderíamos agregar ao estudo a influência do perfil geográfico econômico e social da região sobre a atuação do professor, o que não foi possível tratar neste primeiro estudo. Além disso, o número maior de respondentes poderia dar

subsídios para que a diferenciação do uso de OA dos professores que trabalham em escolas públicas e privadas aqui apontada fosse de fato verificada. Com relação à questão 2 do questionário destinado aos professores, parece-nos agora que ela deveria ser reformulada para distinguir os professores das três grandes áreas de suas disciplinas: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias. Desse modo os resultados poderiam ser mais bem analisáveis e possivelmente encontraríamos distinções mais claras entre a utilização dos OA dos professores de cada área, como foi possível fazer de modo comparativo entre os professores de Física e os das demais disciplinas.

À lista de dificuldades pré-estabelecidas na questão 6, achamos que seria interessante incluir um item com relação ao tempo gasto na preparação e aplicação da atividade e de alguma forma unificar os itens 2 e 4 dessa questão referentes à efetiva utilização do OA. Além disso, descartaríamos a quinta questão que se mostrou sem utilidade para a posterior análise. Para aproveitar os respondentes da questão 3 que declararam nunca ter utilizado os OA, poderíamos pensar na elaboração de mais uma questão, para conhecer as razões do professor para essa atitude; uma hipótese razoável é de que essas razões estejam estritamente relacionadas às dificuldades elencadas na questão 6 e enfrentadas por eles, porque do modo como nosso questionário foi concebido essas razões deixaram de ser abordadas, embora isso fosse bastante conveniente, pois essa subamostra do público alvo estava respondendo a um questionário reduzido com apenas três questões.

No geral, contudo, a validade do questionário dos professores parece ser incontestável, já que ele foi capaz de medir o que pretendeu medir, ou seja, forneceu resultados analisáveis que puderam dar respostas as nossas questões de pesquisa e a margem de erro decorreu da coleta de dados e não do instrumento em si. Como não atribuímos às questões nenhuma escala por meio da qual fosse possível verificar sua consistência interna (como fizemos com o questionário dos discentes), sua confiabilidade poderia ser parcialmente validada por meio de um reteste, que confirmaria ou não sua estabilidade no tempo.

Quanto à avaliação dos alunos, realizadas por meio do questionário apresentado no Anexo A e da própria avaliação da atividade prática aplicada a eles e analisada neste trabalho, destacamos a seguir alguns pontos relevantes. Poucos dados puderam ser extraídos dessa parte do nosso trabalho, mas dois dos principais nos parecem claros, pelo menos no contexto específico da análise estudada: o primeiro, de os alunos avaliarem positivamente o uso dos OA principalmente por se constituírem em uma atividade diferente das que eles realizam costumeiramente na escola e, segundo, de que os OA por nós escolhidos terem colaborado

efetivamente no aumento das interações sociais na sala de aula, seja entre os alunos, seja entre alunos e professor.

Tendo em vista que a infraestrutura atual ainda é precária, nossa hipótese de que o modo mais eficaz de utilização dos OA é reuni-los em um minicurso extracurricular ainda não pôde ser satisfatoriamente testada porque, apesar de esse curso ter sido elaborado com bastante reflexão e sua aplicação bem planejada seus resultados não puderam ser considerados inteiramente satisfatórios nem insatisfatórios devido aos imprevistos ocorridos durante sua realização. Esse relativo insucesso corrobora mais uma vez as dificuldades estruturais das escolas públicas e ainda compromete qualquer conclusão definitiva da validade do uso sistemático dos OA. Os alunos, sem dúvida, gostaram dessas aulas diferentes que tiveram, mas não é possível prever se esse ponto de vista persistiria caso tivessem de trabalhar com outros OA com maior frequência.

Essa questão é importante porque, para nós que vasculhamos grande parte dos repositórios de OA disponíveis, ficou evidente que os alunos têm acesso a jogos com diagramação, designers e operações muito mais incrementados e motivadores, do que qualquer dos simuladores que pudemos conhecer, mesmo os mais interativos, o que certamente diminui o interesse deles pelas atividades realizadas com esses OA. Essa convicção foi reforçada em nossa experiência com o curso extracurricular que ministramos em 2010: depois das primeiras aulas pudemos verificar grande insatisfação ou decepção dos alunos com a simplicidade ou mesmo pobreza visual e operacional dos OA o que, a nosso ver, foi a causa mais relevante para a falta de *quórum* nos demais oferecimentos desse minicurso.

Assim, parece-nos claro que muita pesquisa na área de inserção de novas TIC na educação ainda devem ser feitas para que resultados mais claros se delineiem. Nesse sentido, a contribuição principal que podemos destacar no nosso trabalho foi a nossa tentativa de analisar essa inserção dentro do contexto real que os professores enfrentam nas nossas escolas. A maior parte dos trabalhos com os quais tivemos contato sobre este assunto – e revisamos no capítulo 2 –, tinha como foco apenas o que pode ser feito com os recursos em si, suas ferramentas, propostas e metodologias de aplicação, mesmo os mais fundamentados em alguma teoria de aprendizagem. Em poucos deles notamos alguma preocupação com a discussão de como a implementação prática desses recursos nas salas de aula pode ser de fato concretizada, ou seja, de quais subsídios o professor precisa para começar a mudar com sucesso a sua postura em relação ao uso das TIC. E, normalmente, os trabalhos que encontramos nesse sentido estão vinculados à área de formação continuada de professores.

Do nosso trabalho pudemos inferir que, de fato, muitos professores não estão acostumados a utilizar com frequência algum recurso tecnológico, mas temos muitas dúvidas se aqueles que o fazem conseguiriam utilizar os OA em suas aulas de forma um pouco mais sistematizada e frequente. Será que o incentivo governamental voltado para o desenvolvimento desses recursos não têm favorecido a quantidade de OA, como forma de os responsáveis por esse incentivo fugir da responsabilidade de sua implantação, já que OA, computadores e até tabletes estão agora disponíveis à maior parte das nossas escolas pelo menos no Estado de São Paulo? Dos nossos resultados podemos destacar algumas melhorias que poderiam ser realizadas com o objetivo de tornar o uso dos OA mais funcional para os professores:

A) Quanto aos laboratórios de informática (especialmente do ACESSA Escola)

- Configuração padronizada dos computadores com um pacote de programas básicos já instalados neles que deem suporte ao uso dos OA, como Java, Adobe Flash Player, *plugin* Shockwave, mais de um navegador instalado (Explorer, Mozilla, etc.), e programas de suporte de áudio e vídeo; os programas básicos para a essa padronização poderiam ser levantados através de uma análise dos requisitos técnicos mais comuns dos OA disponíveis nos repositórios;
- Possibilidade de compartilhamento de arquivo do computador do administrador com os demais computadores do laboratório, para que o professor possa salvar os arquivos do OA a ser utilizado em apenas um computador para ficar disponível aos alunos;
- Possibilidade de esse compartilhamento ser realizado com os alunos *logados* no sistema *Blue Control* para o caso do ACESSA Escola;
- Manutenção efetiva dos computadores disponíveis na escola;
- Disponibilização de internet com maior velocidade de transmissão de dados tendo como parâmetro o uso simultâneo do número de computadores utilizados;

B) Quanto aos repositórios de OA

- Dispor de tutoriais voltados para a preparação do professor para ser capaz da aquisição e instalação dos programas necessários para fazer os OA rodarem. O levantamento de programas básicos mais comuns utilizados por esses recursos, que teria de ser feito para a padronização dos computadores dos laboratórios, poderia ajudar também a orientá-los quanto a preparação básica de seus computadores pessoais;

- As páginas de cada OA poderiam contar com orientações mais específicas sobre como abrir e fazer funcionar o recurso, evitando problemas ilustrado na Figura 10 — ao se abrir o conjunto de arquivos da mídia não é possível saber qual programa deve ser executado;
- Especificamente, quanto ao Rived, sua ferramenta de busca deve ser consertada;

C) Quanto aos OA

- A escolha dos conteúdos a serem trabalhados pelo recurso poderia estar vinculada à consulta, com professores de cada área, de suas necessidades didáticas específicas; desse modo talvez seja possível, mediante o levantamento de sugestões do corpo docente, selecionar tópicos que gerem OA de maior utilidade no ensino regular.
- Oferecer mais OA voltados ao ensino regular com objetivos e conteúdos que atendam as necessidades dos professores; nesse caso também seria preciso a aproximação entre esses professores e os criadores e *designers* desses recursos;
- A criação de OA que possam ser utilizadas de diversas maneiras; permitam entrada de dados e testes e que considerem na sua concepção e fundamentação teórica o papel do professor como orientador e colaborador do processo de ensino e aprendizagem, evitando transferir para o recurso e o computador o papel principal no ensino;

D) Quanto à pesquisa com OA

- Maior valorização das aplicações práticas e da discussão de metodologias didáticas vinculadas ao uso desses recursos no ensino médio como o estudo de casos;
- Valorização de referenciais teóricos da educação no processo de criação, análise e aplicação de OA para o ensino regular.

Com essas questões vinculadas principalmente a problemas técnicos e funcionais, sem esquecer da fundamentação teórica na área educacional, concluímos este trabalho com a expectativa de criar ainda mais questionamentos, pesquisas e investimentos que auxiliem de forma próxima e real - não idealizada - os principais agentes do processo ensino-aprendizagem: os professores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, C. J. F. **Avaliação de conteúdos e objeto de aprendizagem da Teleodontologia aplicado a anestesia e exodontia em Odontopediatria**. Dissertação (Mestrado em Odontopediatria) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/23/23132/tde-28042009-115111/>>. Acesso em: 01 jan. 2013.

ALMEIDA, M. E. B. **Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v.29, n.2, p. 327-340, jul./dez. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v29n2/a10v29n2.pdf>>. Acesso em: 27 Jul. 2012.

ANJOS, A. J. S. **As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 25, n. 03, p. 569-600, dez. 2008.

ARAUJO, I. S., VEIT, E. A. **Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física**. Investigações em Ensino de Ciências, UFRGS, v. 4, n. 3, p. 5-18, 2004.

ARAUJO, I. S., VEIT, E. A., MOREIRA, M. A. **Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos de cinemática**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 02, p. 179-184, 2004.

BARBOSA, A. F. (Coordenação executiva e editorial), BRITO, K. (Tradução). **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no Brasil : TIC Educação 2010**. Comitê Gestor da Internet no Brasil, Ed. Bilíngue, São Paulo, 2011.

BEST, J. W., KAHN, J.V. **Research in Education**. Prentice-Hall of India Private Limited, 7ª ed., 1995.

BICKMAN, L., ROG, D. J. **Handbook of Applied Social Research Methods**. Sage Publications, Inc., Califórnia, 1998.

BLURTON, C. **New Directions of ICT-Use in Education**. Disponível em <<http://www.unesco.org/education/educprog/lwf/dl/edict.pdf>>. Último acesso em 7/08/2012.
BRASIL, et al. **Física Vivencial uma aventura do conhecimento: Guia Pedagógico Geradores e Motores elétricos**. São Paulo, 2007.

BRASIL, MEC, SEED. **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico.** Organização: Carmem Lúcia Prata, Anna Christina Aun de Azevedo Nascimento. Brasília, 2007.

BÜHLER, K. *O desenvolvimento intelectual da criança (Dukhóvnoie razvítie rebiónka)*, 1924.

CAMILETTI, G., FERRACIOLI, L. **A utilização da modelagem computacional semiquantitativa no estudo do sistema mola-massa.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n.2, p.110-123, jun. 2002.

CENNE, A. H. H. **Tecnologias computacionais como recurso complementar no ensino de Física térmica.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

CHIF, J. I. **Desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos (Razvítie jítêiskikh i naútchnikh ponyátii)**, dissertação.

CYSNEIROS, P. G. **Novas tecnologias na sala de aula: melhoria do ensino ou inovação conservadora?** Informática educativa, v. 12, n. 1, p. 11-24, 1999.

DORNELES, P. F. T., ARAUJO, I. S., VEIT, E. A. **Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte I – Circuitos elétricos simples.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 04, p. 487-496, 2006.

FILHO, I. J. M., ROLIM, A.L. S., CARVALHO, R. S., GOMES, A. S. **O uso de objetos de aprendizagem no ensino da lei de ohm para alunos do curso técnico de informática no IFPE - Belo Jardim.** VII Encontro Nacional de Ensino de Ciências, Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~ccte/publicacoes/VII%20ENPEC%20Publica%C3%A7%C3%A3o%20oficial.pdf>> . Acesso em: 25/06/2014.

FREITAS, H., MOSCAROLA, J. **Da observação à decisão: métodos de pesquisa e de análise quantitativa e qualitativa de dados.** Revista de administração de empresas RAE - eletrônica, v. 1, n.1, jan./jun., 2002.

FREITAS, H., OLIVEIRA, M., SACCOL, A. Z., MOSCAROLA, J. **O método de pesquisa survey.** Revista de Administração, v. 35, n.3, p. 105-112, jul./set., São Paulo, 2000.

GADDIS, B. **Learning in a Virtual Lab: Distance Education and Computer Simulations.** Doctoral Dissertation, University of Colorado, 2000.

GASPAR, A. **Museus e Centros de Ciências: conceituação e proposta de um referencial teórico.** Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

GASPAR, A., **Atividades experimentais no ensino de Física: Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski.** Editora Livraria da Física, 1ª ed., São Paulo, 2014.

GIORDAN, M. **O computador na Educação em Ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização.** Ciência & Educação, v. 11, n. 2, p. 279-304, 2005.

GUTTMAN, L. **A basis for analyzing test-retest reliability.** Psychometrika, 10, 255-282, 1945.

HAMEL, C. J. RYAN-JONES, D. **Designing Instruction with Learning Objects.** International Journal of Educational Technology, 3(1), 2002. Disponível em: <<http://www.ascilite.org.au/ajet/ijet/v3n1/hamel/>>. Acesso em 31 jan. 2013.

INEP. **Estudo exploratório sobre o professor brasileiro com base nos resultados do Censo Escolar da Educação Básica 2007.** Ed. Inep/MEC, Brasília, 2009.

KÖHLER, W. **Intelligenzprüfungen an Menschenaffen,** 2. Auflage, Berlin, 1921.

KUDER, G. F., RICHARDSON, M. W. **The theory of the estimation of test reliability.** Psychometrika, 2, 151-160, 1937.

LOM (2000). **LOM working draft v4.1** [On-line]. Disponível em <<http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOMv4.1.htm>>.

MACHADO, D. I., NARDI, R. **Construção de conceitos de Física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 04, p. 473-485, 2006.

MAROCO, J., MARQUES, T. G. **Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas?** Laboratório de Psicologia, v. 2, ed.1, p. 65-90, 2006.

MARTINS, A. A.; GARCIA, N. M. D.; BRITO, G. S. **O ensino de física e as novas tecnologias de informação e comunicação: uma análise da produção recente.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. Atas... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, p. 1-10, 2011.

McCLELLAND, J. A. G. **Técnica de Questionário para pesquisa**. Revista brasileira de Física, III Simpósio Nacional de Ensino de Física (Atas), v. especial nº1, p. 93-101, São Paulo, 1976. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/SNEF/III/III-SNEF-Informativo-Vol-1.pdf> . Acesso em: 26/06/2014.

MEDEIROS, A., MEDEIROS, C. F. **Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 02, p. 77-86, jun. 2002.

MORAES, M. J. **Aplicação de recursos de Ambiente Virtual de Aprendizagem em curso de Biologia do Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado). Programa Interunidades de Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

MORAN, J. M. **Como utilizar a Internet na educação**. Ciência da Informação, São Paulo, v.26, n. 2, p. 146-153, mai./ago., 1997.

NUNES, Eliana dos Reis. **Ensino de conceitos físicos no ensino médio e as contribuições dos objetos de aprendizagem**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-28062011-093129/>>. Acesso em: 31 jan. 2013.

OSBORNE, J. HENNESSY, S. **Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions**. NESTA Futurelab series, Report 6, 2003. Disponível em: <<http://telearn.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/04/41/PDF/osborne-j-2003-r6.pdf>>. Acesso em: 31 jan. 2013.

REZENDE, F. **Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia para facilitar a reestruturação conceitual em mecânica básica**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Vol. 18, n. 2, p. 197-213, ago. 2001.

RIMAT, F. **Intelligenz untersuchungen anschliessend and die Achische Suchmethode**, 1925.

ROSA, P. R. S. **O uso de computadores no ensino de Física. Parte I: potencialidades e uso real**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.17, n.2, p.182-195, Jun. 1995.

SALES, G.L., VASCONCELOS, F. H. L., FILHO, J. A. C., PEQUENO, M. C., **Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de Física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 3, 3501, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172008000300017&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 25 jun.2014.

SÃO PAULO (Estado), FINI, M. I. (Coordenação geral). *Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física*. São Paulo, SEE, 2008a.

_____. Caderno do professor: Física, ensino médio – 2º série, volume 3, São Paulo, SEE, 2008b.

_____. *Caderno do professor: Física, ensino médio – 2º série, volume 4*, São Paulo, SEE, 2008c.

_____. Caderno do professor: Física, ensino médio – 3º série, volume 1, São Paulo, SEE, 2008d.

_____. Caderno do professor: Física, ensino médio – 3º série, volume 2, São Paulo, SEE, 2008e.

SHEPHERD, C. **Objects of interest**. 2000. Disponível em <<http://www.fastrak-consulting.co.uk/tactix/Features/objects/objects.htm>>. Acesso em: 24 jul. 2014.

SILVA, E. L., CAFÉ, L., CATAPAN, A. H. **Os objetos educacionais, os metadados e os repositórios na sociedade da informação**. Ciência da Informação, Brasília, DF, v. 39, n. 3, p.93-104, set./dez., 2010.

SILVA, J. R., GERMANO, J. S. E., MARIANO, R. S., **SimQuest - ferramenta de modelagem computacional para o ensino de Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, 1508, 2011.

SOUZA, M. F. C., et al., **LOCPN: Redes de Petri Coloridas na Produção de Objetos de Aprendizagem**. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 15, n.3 , p. 39-52, set./dez., 2007.

STERN, W. **Psicologia da tenra infância** (*Psikhológuiya ránnevo diétstva*), 1922.

THOMPSON, A. D.; SIMONSON M. R. ; HARGRAVE, C. P. **Educational Technology: A review of the research**, 2ª edição, Washington, D. C.: Association for Educational Communications and Technology (AECT), 1996.

TINIO, V. L. **ICT in education**. E-Primers for information economy, society and policy. 2003. Disponível em <http://www.saigontre.com/FDFiles/ICT_in_Education.PDF>. Acesso em 29 jan. 2013.

VEIT, E. A., MORS, P. M., TEODORO, V. D. **Ilustrando a segunda lei de Newton no século XXI**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n.2, p.176-184, jun. 2002.

VIGOTSKI, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra, 2ª Edição, Ed. WMF Martins Fontes, São Paulo, 2009.

WILEY, D. A., **Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy**. In D. A. Wiley (Ed.), The Instructional Use of Learning Objects, 2000. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso em: 30 jan 2013.

YERKES, R. M., LEARNED, E. W. **Chimpanzee Intelligence and its Vocal Expression**. Baltimore, 1925.

ANEXO A: QUESTIONÁRIO DA OPINIÃO DOS ALUNOS SOBRE A ATIVIDADE COM O OA.

Caro aluno a sua opinião sincera e crítica é fundamental para que se possa entender melhor a viabilidade e papel dos objetos de aprendizagem (OA) de Física para a sua aprendizagem nesta disciplina.

I) Marque um **X** na coluna que melhor expressa seu grau de concordância com a afirmativa de cada linha:

QUESTÕES	<i>Concordo totalmente</i>	<i>Concordo Parcialmente</i>	<i>Indiferente</i>	<i>Discordo parcialmente</i>	<i>Discordo totalmente</i>
1. O OA de hoje me motivou (me animou) a aprender o conteúdo nela abordado.					
2. O OA me ajudaria a aprender com mais facilidade este conteúdo se ele fosse utilizado nas minhas aulas regulares de Física.					
3. Este OA é fácil de manusear e de entender o que ele pretende ensinar.					
4. Este OA é bem projetado: seu aspecto visual é bom e motiva os adolescentes.					
5. Este OA possui defeitos técnicos com relação a programação.					
6. O roteiro de questões e atividades que acompanhou esta aula é fundamental para que eu consiga entender o objetivo do OA e aprender o tópico da aula.					
7. Durante a aula eu tive a oportunidade de interagir com meus colegas e professora sobre o manuseio deste OA.					
8. A interação com os colegas e professora sobre o OA me ajudou a entender melhor o conteúdo da aula.					

II) Agora expresse a sua opinião sobre os itens abaixo:

- 1) Compare sua expectativa sobre a aula com o que de fato ocorreu. Ela te surpreendeu ou decepcionou? Por quê?
- 2) Qual foi sua maior dificuldade durante a aula.
- 3) Expresse suas críticas e sugestões a respeito do OA utilizado.
- 4) Expresse suas críticas e sugestões sobre o roteiro e a condução (por parte da professora) da aula.

ANEXO B: QUESTIONÁRIO DIRIGIDO AOS PROFESSORES SOBRE A UTILIZAÇÃO DE OA EM SUAS AULAS.

Uso de Objetos de Aprendizagem no Ensino Médio⁴⁰

Este questionário é voltado para professores que lecionam no ensino médio. Ele visa conhecer um pouco mais sobre o uso de simuladores, jogos ou animações computacionais na sala de aula como recurso didático ao ensino de disciplinas específicas do ensino médio. Mesmo que você professor não utilize esses recursos virtuais, sua participação é fundamental para traçarmos um panorama realista sobre seu uso nas escolas. Ao enviar seu questionário você concorda que suas respostas sejam utilizadas nesta pesquisa, e recebe a garantia que não haverá nenhuma possibilidade de sua identidade pessoal ser revelada. Desde já agradecemos sua voluntária, honesta e valiosa colaboração!

1. Em que tipo de instituição você leciona?

- Pública
- Privada

2. Qual disciplina você ministra no ensino médio?

- Português
- Matemática
- Física
- Química
- Biologia
- História
- Geografia
- Artes
- Língua estrangeira
- Educação Física
- Sociologia
- Filosofia

⁴⁰ Numeramos as questões com a finalidade de nos referirmos a elas neste trabalho e ocultamos uma questão, incluída a posteriori, referente à região do país em que o OA foi utilizado, pois o número de respondentes não foi expressivo o suficiente para nos enveredarmos na discussão de desigualdades regionais. Entretanto, vale salientar que os dados coletados em sua maioria se referiam a professores atuantes na região sudeste.

3. Você já utilizou (ou utiliza) simulações/jogos/animações virtuais como recurso didático em suas aulas?

- Sim, várias vezes.
- Sim, algumas vezes.
- Raramente.
- Não.

Se sua resposta à pergunta anterior foi "não", você já pode enviar seu questionário. Se você já utilizou pelo menos uma vez os recursos virtuais citados acima pedimos que responda as demais questões.

4. Onde você procura (ou já procurou) por simulações/jogos/animações virtuais para lhe ajudar na preparação de suas aulas ?

- No site do Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE).
- No site da Rede Internacional Virtual de Educação (Rived).
- Em buscadores online como google, ask e similares.
- Em recursos complementares do material didático adotado.
- Other:

5. Qual(is) era(m) sua(s) motivação(ões) ao utilizar simulações/jogos/animações virtuais em sala de aula?

- Tornar as aulas mais atraentes.
- Facilitar a compreensão de alguns tópicos da matéria.
- Conseguir dados para pesquisa acadêmica.
- Other:

6. Liste suas dificuldades encontradas durante a preparação, planejamento e aplicação da aula com uso de simulações/jogos/animações virtuais.

- Encontrar o conteúdo virtual compatível com o tópico que deseja abordar na aula.
- Conseguir abrir, instalar e fazer funcionar corretamente o simulador/animação/jogo.
- Encontrar um simulador/animação/jogo que permitisse grande interação do aluno com o programa.
- Encontrar informações técnicas mais precisas sobre os programas necessários para fazer o programa funcionar.
- Conseguir infraestrutura adequada na escola, como laboratório de informática funcionando adequadamente.

- Encontrar um simulador/animação/jogo que não possuísse falhas ou erros conceituais na programação.
- Other:

7. Como você utiliza (ou utilizou) as simulações/animações/jogos virtuais na sala de aula?

- Com os alunos interagindo diretamente com o software no laboratório de informática.
- Com os alunos acompanhando a apresentação e manipulação do software através de projeção na sala de aula.
- Por meio de um trabalho extra classe.
- Other:

8. Em que tipo de instituição esses recursos virtuais foram utilizados por você?

- Pública
- Privada
- Ambas

9. Valeu a pena utilizar esses recursos virtuais? Por quê?

10. Quais dificuldades ou problemas você encontrou no uso desses recursos virtuais para o ensino de sua disciplina?

11. Cite pelo menos uma simulação/jogo/animação que você utilizou no seu trabalho em sala de aula.

ANEXO C: TRANSCRIÇÃO DAS RESPOSTAS DAS QUESTÕES ABERTAS DO QUESTIONÁRIO DIRIGIDO AOS PROFESSORES

Na tabela abaixo estão catalogados os 147 respondentes que passaram pela triagem inicial e cujos dados foram utilizados na análise apresentada na seção 5.3.1. Os professores e os OA. As células em branco identificam os professores que declararam nunca terem utilizado um OA, dois deles utilizaram os espaços dessas questões para justificarem por que nunca os utilizaram. Você conseguirá identificar os professores que declararam terem utilizado pelo menos uma vez um OA mas deixaram de responder algum item pela informação no item correspondente: “Não resposta”.

	<i>Questão 9</i>	<i>Questão 10</i>	<i>Questão 11</i>
P1	<p>Sim, pois ele facilita a compreensão de conceitos. Por vezes, as principais características de um conceito está justamente em sua dinâmica, no seu desenvolvimento, em seu encadeamento. A lousa dificulta a representação dessa dinâmica, daí as animações, simulações e jogos representarem uma excelente alternativa. Além disso, o aspecto lúdico desses recursos quebra a rotina padrão das aulas e estimula o aluno a prestar atenção e a participar da aula.</p>	<p>Não encontrei dificuldades significativas.</p>	<p>simulações do Phet colorado: Sound radio waves and eletromagnetic fields waves on a string states of matter gas properties color vision geometric optics e muitos outros...</p>
P2	<p>Creio que sim, pois facilitou a visualização do fenômeno, ainda que a simulação do céu utilizada seja sempre diferente da observação a olho nu ou com auxílio de instrumentos. Já existem outros recursos em que o alunos apenas apertam botões e ficam controlando coisas, sem nenhuma finalidade aparente. Penso que a simulação/animação por si só não resolve. Depende do tipo de atividade proposta, tanto pelo programa como pelo professor.</p>	<p>Frequentemente, dependendo da simulação/animação, mesmo que o professor queira propor uma atividade em que o aluno tenha que refletir um pouco mais e discutir com os colegas, o programa não permite. Isso é uma dificuldade que tenha na utilização do recurso. Em geral, que faz o programa tem uma intencionalidade por trás (ilustrar o fenômeno, permitir interação do aluno com o programa, etc.), mas sinto que nem sempre é o meu objetivo, por isso, não uso. Às vezes a ferramenta é feita para o ensino à distância, em que o professor não vai estar lá nem haverá</p>	<p>Software Stellarium Simulação de lançamento oblíquo feita pelos meus alunos em um projeto com programação Software Audacity de captação de sons para medidas de tempo Animação sobre a órbita dos planetas ao redor do Sol</p>

		outros colegas para discutir junto, logo, são muito diretivos os programas e, para a minha realidade do ensino médio com aula presencial em turma regular, não é adequado.	
P3	Sim, porque ajudou no entendimento dos conteúdos abordados.	Preparação da atividade de modo que os alunos não ficassem "soltos" de mais na aula e gerasse indisciplina. Problemas com quantidade de computadores, acesso a internet e.	Simulações do labvirt
P4	Sim, os alunos conseguem vivenciar experiências por meio desses jogos. Se não fosse por eles, essa vivência não aconteceria.	O maior problema sempre é o espaço físico da escola.	Jogos virtuais - "X-box"
P5	Sim permitiu, por exemplo, a "visualização" de experiências que de outra forma não seriam vistas (Por exemplo experiências com movimento harmônico simples)	Ter material informático em quantidade suficiente para todos os alunos, ou pelo menos para ter 2 alunos por computador.	Já não encontro
P6	É uma forma a mais de apresentar os conteúdos, ajuda os alunos a abstraírem, entretanto, não há material suficiente para se efetivar um ensino por meio desses recursos, assim vira apenas um atrativo para tornar a aula diferente e agradar os alunos.	Não há conteúdos tecnológicos suficientes para serem utilizados em qualquer que seja a tics.	Lei de lenz por meio do simulador do phet.
P7			
P8			
P9			
P10	Sim, pois realmente facilitou a aprendizagem dos alunos.	Apenas na utilização de todos os recursos oferecidos pelo software.	Lancamento oblíquo e pendulo.
P11	Diante das dificuldades estruturais e curriculares esse recurso auxilia na discussão temática	Interatividade real com o aluno	Phet simulações
P12	Os alunos interagem de maneira fácil com os simuladores por isso acho que vale a pena utilizar os simuladores. E eles oferecem várias maneiras de explorar o conteúdo com vários parâmetros diferentes.	As dificuldades foi preparar a aula de forma que pudesse utilizar bem os simuladores e dificuldade com os alunos em sala, já que eram muitos e as vezes eu não consegui dar atenção e solucionar as dúvidas de todos quando eles operavam as simulações.	Simulações do phet de ondas
P13	Sim, a aula fica mais dinâmica e interativa.	As vezes o programa não rodava em alguns computadores.	Simulações do phet
P14	Sim, pois facilitam o entendimento do aluno, uma vez que o aprendizado se torna mais atraente.	Encontrar aplicativos que sirvam para os conteúdos necessários, sempre tenho que adaptar.	Jogos referentes à mitologia grega, para alunos que apresentam dificuldade de aprendizagem (não me recordo o site, mas era de educação

			infantil)
P15	Sim. Os alunos gostaram e conseguiram compreender melhor o assunto.	Infraestrutura da escola.	RIVED Tema: Lançamento oblíquo
P16	Sim, pq hj nossos alunos estão muito preocupados com o mundo virtual, então penso que se pudermos trazer esses mesmo alunos pro mundo virtual e fazer com que eles trabalhe essa vontade em sala de aula creio que ficará mais interessante	Falta de material na escolas	Simulação dos funcionamentos de uma celula, com cada função de sua propria organela!!!!!!!
P17	Sim, porém a instituição deve ter equipamentos a disposição de fácil acesso para agilizar, caso contrario inviabiliza seu uso.	Quando o equipamento é avulso e precisa de instalação, ajustes etc o tempo perdido nestas tarefas inviabiliza seu uso.	Quando o video, simulador traz uma abordagem que alguns alunos tem dificuldade em imaginar o ganho pedagógico é muito grande. Comportamento da matéria, gases, transformações, observações, velocidade das transformações etc...
P18	Sim , pois tornam a ula mais atraente e ajuda uma melhor compreensão dos topicos de matematica .	A funcionalidade da sala de informatica .	Tangram , winplot para graficos .
P19		Obs.: Não utilizo recursos virtuais, pois, minha escola não possui laboratório e poucos alunos têm computador.	
P20			
P21	Sim. Sem dúvida a utilização dos Recursos tecnológicos colaboram de maneira positiva como suporte para nosso trabalho de sala de aula. O uso das tecnologias colabora para facilitar a compreensão dos conteúdos trabalhados e aproxima os alunos das aulas tornando-as mais atraentes e significativas.	A maior dificuldade é a infraestrutura da escola. Infelizmente temos poucos computadores para muitos alunos (temos que usar em duplas ou trios) e muitas vezes o computador é devagar e a internet não funciona corretamente. Outro ponto a observar é a agitação da turma, pois como raramente são levados a participar de aulas mais interativas eles ficam agitados. Mas acredito que isso aconteça pelo fato de ser uma novidade. Gostaria de poder levar mais vezes.	Cabri Geometry, Geogebra, Excel, Recursos disponíveis em: m3.ime.unicamp.br/recursos
P22	Sim, pois possibilitam aos alunos uma maior compreensão dos temas abordados, além de tornarem as aulas mais dinâmicas e interativas;	Muitos dos programas apresentam um visual ainda bastante primitivos e tratam temas da Física de forma bastante descolada do cotidiano do aluno. Parecem transpor a rigidez dos livros didáticos propedêuticos à ralidade virtual. No entanto, há muitos bons programas. A dificuldade consiste em buscá-los na internet, testar, testar, e depois	Interferometer mach-zehnder da universidade de munique (versão traduzida pela Fernanda Oersteman) http://www.if.ufrgs.br/~fernanda/ efeito fotoelétrico da universidade do colorado. Http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric

		implantá-los na programação da aula.	
P23	Sim, costuma ser uma linguagem melhor recebida pelo aluno, bem como quebra o padrão de aula.	Poucas opções. Falta de assuntos contemplados.	Jogo Spore.
P24	Sim. Procurei uma simulação de dissolução de sais em água, com o aplicativo os alunos conseguem visualizar a dissolução dos sais e também de compostos moleculares.	Encontrei dificuldade para baixar o dispositivo, pois não poderia depender da internet em sala de aula para realizar a atividade. Em muitos casos a internet pode apresentar problemas ou incompatibilidade dos softwares da escola com meu computador pessoal ou da própria animação.	No site da saraiva temos diversos aplicativos que mostram a classificação das cadeias carbônicas. No site do positivo, temos um aplicativo onde os alunos podem escolher qual o tipo de solução preparar e mediar a concentração ou a condutividade elétrica. Em um site de chemistry simulation encontrei várias simulações para alunos do 1 EM, dos quais me referi em questões anteriores, tais como: dissolução, solvatação, condutibilidade e outros.
P25	Sim, pois na maioria das vezes, esses recursos facilitaram o entendimento daquele conceito.	Nem sempre esses recursos são precisos e exatos com a abordagem que eu gostaria de dar aquele conteúdo.	Simulação de formação de imagem numa câmara escura (tirada de um site da internet)
P26			
P27	Porque a visualização coletiva das imagens associada a atividades auditivas, me permitia trabalhar com memorização e pronúncia simultaneamente, além do fato de sempre gerar expectativa por parte dos alunos.	Equipamentos que frequentemente apresentam problemas na hora da projeção.	Caça-palavras, organização de orações, completar, filmes temáticos de curta-duração.
P28			
P29			
P30	Sim, a aula se tornou mais dinâmica e atraente.	O tempo para abrir o recurso e, às vezes, o formato era incompatível.	Labirinto das orações subordinadas.
P31	Sim. É uma forma de acrescentar, deixar a aula mais prazerosa e também facilitar a compreensão do que está sendo estudado.	O problema maior é o "tempo", pois tenho que pesquisar vários sites e analisar o que realmente está dentro do contexto.	Jogo - identificar as organelas de uma célula.
P32	Sim, pois a aula ficou mais dinâmica e o aprendizado foi mais significativo.	Adequar as simulações e jogos para o tempo estimado da aula.	Simulação sobre Lei Geral dos Gases.
P33			
P34			
P35	Valeu a pena, apesar das dificuldades encontradas, mas esses recursos ajudam muito no entendimento do conteúdo e prende a atenção dos alunos além disso desperta o interesse dos alunos no desenvolvimento de atividades (experiências).	O que dificulta na verdade é a locomoção dos alunos, perdemos muito tempo e isso faz com que o aluno perca a atenção que realmente interessa. E para mim a maior dificuldade também é encontrar animações para os conteúdos do 1º ano do ensino médio.	Gostei muito da animação do funcionamento dos motores, o movimento dos cilindros, a compressão e as válvulas essa animação ajuda a entender os motores de 2 tempo e 4 tempo.

P36			
P37	Sim, estímulo e ajuda muito na interpretação das aulas	Algum que seja realmente atraente, principalmente matemática. Porque os de química são bons	Frações, tabuada (pode parecer estranho mas alunos de ensino médio não tem raciocínio lógico e tão pouco sabem tabuadas
P38			
P39	Sim. Porque os alunos DE TODAS AS CLASSES SOCIAIS são gente curiosa, e como tal procuram e adoram ver e aprender um assunto novo através dos diversos recursos disponíveis, em especial recursos que utilizem mais de 2 sentidos, como visão, audição e, se possível tato (com tablets + touch screen), e quando possível olfato e paladar (para aulas de biologia, na apresentação de acides (fruta limão), doce (goiabada), Os alunos ficaram em média 80-90% atentos e participativos "ativamente" das aulas em que foram utilizados estes recursos.	Não tendo assistente de sala, a preparação das aulas, entrada em sites virtuais, acesso ao google + keywords + youtube ... Levava +/- 10 min --> prejuízo nos 45 min de aula planejada, em virtude de poucas aulas programadas para Física no currículo-grade atual, em comparação com Matemática e Português. No caso de Matemática, o uso da internet foi apenas para sites tipo Geometria, e correlatos que fizessem visualizar sólidos (volumes) e polígonos (áreas e perímetros). Usei também o Excel-Windows para conceitos de estatística e tabelas x gráficos (álgebra linear), embora saibamos existir softwares gráficos prontos na internet, acho o uso de planilhas bem mais completo, pois o aluno usa na elaboração mais lógica do que apenas inserindo dados em softwares gráficos.	Várias do site do IFUSP - Pion Immune Attack - EUA: "C:\Program Files\Escape Hatch Entertainment\immuneattack\Game-r.exe" /width 1024 /height 768 /fullscreen
P40			
P41	Sim, devido a maior atenção dos alunos.	Organizar o conteúdo da matéria com os artifícios disponíveis.	Angry Birds.
P42	Os alunos se sentiram mais motivados, sair da teoria e simular a prática no computador despertou mais interesse por estudar a disciplina.	Os alunos na escola publica ainda apresentam dificuldades na utilização do computador. O número de computador da escola não comporta o elevado número de alunos na sala de aula.	Laboratório de circuitos elétricos
P43	Os objetivos da proposta são alcançados mas as dificuldades descritas na próxima pergunta dificultam e limitam o trabalho.	Há muitas dificuldades em operacionalizar adequadamente como velocidade de conexão, configuração de hardware, nº de máquinas por aluno.	Aqueles disponíveis no site da FE- USP relacionado a temas de química.
P44			
P45	Valeu porque os alunos interagiram mais com conteúdo e aprenderam divertindo se.	A maior dificuldade é o espaço físico - sala de informática.	Atividades do livro paradidático do TIC TAC TOE - memore game, sing, tic tac toe
P46	Sim, pois atenderam os objetivos: tornar mais atraentes as aulas e facilitar o entendimento de um determinado assunto.	Os recursos nem sempre disponíveis, como projetor, sala de vídeo ou sala de informática.	Mapa animado dos avanços e batalhas dos países beligerantes na Segunda Guerra Mundial, Software do próprio livro didático que contem jogos para

			verificar assimilação de conteúdos estudados.
P47	A aula fica mais interessante, essa linguagem agrada a nova geração e os objetivos são mais facilmente alcançados.	Ter acesso ao laboratório de informática com internet disponível.	Animações de citologia e biologia molecular. Exercícios autoavaliativos; provas online entre outros
P48			
P49	Sim, pois, a compreensão dos alunos diante do conteúdo foi muito melhor, sem contar a interação entre os colegas. Uma forma lúdica de aprender.	Infraestrutura da escola, sem dúvidas.	Just in time
P50			
P51	Sim, demonstrou aspectos de grande valia para entender um fenômeno, simulação, entaves de cálculos e demais. Como contorno de uma curva dinâmico de um carro em movimento.	Alguns pontos de acesso de link e outros com linguagem diferente de base como PHP, CSS, mysql, enfim. Diferente tipo de banco de dado e programação de acesso como ACCESS, Visual Basic, entre outros. No qual estes programas atrapalham e a sua criação dificulta a ação e o entendimento.	Matemática em parábola. Http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/equation-grapher
P52	Sim, o aluno participa mais o que facilita a compreensão do conteúdo a ser ministrado.	Poucos computadores, para atender a quantidade de alunos .	Como já faz algum tempo que eu utilizei não lembro exatamente o nome , mas foi sobre números decimais, esses jogos foram adquiridos pela escola como material pedagógico.
P53	Em parte sim, pois interagiram melhor durante as aulas e disseram compreender melhor o conteúdo. Contudo, o resultado nas aulas seguintes não se mostrou tão favorável.	Problemas com funcionamento dos aparelhos e fiação mal-feita da escola.	Modelo atômico e energia cinética dos gases, site phet.colorado.edu .
P54			
P55			
P56			
P57			
P58			
P59	Não resposta.	Não resposta.	http://quimicasemsegredos.com/Pilha-de-Daniel.php
P60	Sim! Há conceito de Física Moderna e de Astronomia, por exemplo, que não podem ser explorados em laboratório convencional. Então, o software é uma boa opção.	Estamos sujeitos a coisas que não dependem só de nós. Às vezes a internet cai, às vezes o computador não tem o Java instalado etc.	Além das famosas do Phet, gosto bastante das seguintes simulações para abordar as leis de Kepler: http://www.walterfendt.de/ph14e/keplerlaw1.htm http://www.walterfendt.de/ph14e/keplerlaw2.htm
P61			
P62	Vale a pena...sempre ajuda o aluno visualizar alguns fenômenos mais abstratos.	Nos que usei, não encontrei dificuldades	Formação de imagens em espelhos curvos, em lentes e óptica da visão (esses uso todo ano) análise gráfica dos movimentos

P63	<p>Sim. Pois a disciplina que leciono exige um grau elevado de abstração e os simuladores auxiliam os alunos a criar uma certa "imagem" dos fenômenos, além de permitir que eles observem fenômenos microscópicos.</p>	<p>O principal foi a questão da autonomia, pois eles não estavam acostumados a interagirem com os computadores da sala de informática da escola a maioria dos professores do colégio apenas usa ferramentas da internet em aulas demonstrativas. Então as primeiras aulas foram mais um aprendizado de autonomia de aprender a se comportar com alguma liberdade do que aprender física!</p>	States of matter - PHET
P64	<p>Sim, valeu a pena. Porque é uma ferramenta de trabalho potencialmente didático pedagógico. Estamos na era digital, os alunos não se concentram para o aprendizado da forma que era no passado, mas demonstram interesse quando utilizados recursos virtuais.</p>	<p>Número de computadores por aluno, funcionamento de computadores de maneira ineficaz, problemas de conexão com a internet, fazer funcionar corretamente o simulador/animação/jogo e que não tenha falhas conceituais.</p>	<p>Já utilizei do Phet Colorado sobre ácido/base, sobre balanceamento químico, sobre efeito estufa, no Pontifícia USP também tinha vários materiais e outros vídeos da PUC-Rio. Estes eu não tive problemas conceituais, recomendo.</p>
P65	<p>Sim, pois houve um maior interesse e facilitou a aprendizagem de determinados conteúdos</p>	<p>Disponibilidade de recursos como sala de vídeo ou de informática e projetor para a utilização de animações</p>	<p>Animação da duplicação do DNA, da transcrição do DNA</p>
P66	<p>Sim, pois além de facilitar a compreensão do tópico a ser trabalhado, nos auxilia a promover a interação e participação dos alunos.</p>	<p>A principal dificuldade a ser enfrentada é a infraestrutura da escola. No período que trabalho (noturno), não temos estagiário do Acesso Escola (sala de informática) e, para usar as máquinas, é necessário agendar com bastante antecedência para que a vice-diretora nos acompanhe e várias vezes no dia marcado outros compromissos mais urgentes a impedem de nos acompanhar - o que causa cancelamento da aula na sala de informática e devemos voltar para a sala de aula. Além disso, temos apenas 9 máquinas funcionando, sendo que essas travam muitas vezes.</p>	<p>http://educarparacrescer.abril.com.br/100-erros/</p>
P67	<p>Teve um resultado muito positivo, pois os alunos conseguiram memorizar e interpretar melhor o fenômeno como no caso do estudo das proteínas, divisão celular ou genética. Os jogos quando bem aplicados e sem erros de conteúdo, são ótimas ferramentas, pois prendem a atenção do aluno e propiciam um ganho de tempo e rendimento em geral.</p>	<p>Quando o recurso envolve computador, nem todas as unidades possuem máquinas suficientes. Temos que fazer um planejamento em conjunto com os colegas de outras disciplinas para promover um rodízio entre materiais desde o computador até o multimídia.</p>	<p>Citologia- CD desenvolvido na USP pela equipe da Professora Sônia Lopes (encontrado no site da USP também). Site CLICKIDEIA em conjunto com o Centro Paula Souza, existem várias imagens e jogos para serem aplicados.</p>

	Ajudando, inclusive, para a próxima aula desde o comportamento.		
P68	Sim, pois os alunos conseguiram compreender melhor alguns conceitos.	A falta de conhecimento prévio de alguns alunos sobre conteúdos fundamentais de séries anteriores.	Planificação de figuras; Utilizar botões para ensinar determinado conteúdo.
P69			
P70			
P71	Sim, nesta semana mesmo percebi a surpresa de alguns alunos ao montar um circuito elétrico com uma pilha, fios e uma lâmpada, e a mesma acendeu. Foi bacana, é mais difícil conseguirmos isso com giz, lousa e saliva.	Quando se tem uma sala preparada com computador que possua os programas necessários para o simulador, tudo funciona bem. Neste ano tenho isso, e por enquanto não tive dificuldades, só depende de me organizar. É claro que uso o método de projetar o simulador e os alunos assistem e depois peço que vejam em casa.	Site PHET. Tem vários simuladores de Física, como já comentei, usei um que explica os conceitos de cargas elétricas e eletrização. Pretendo usar também os de termodinâmica e mecânica.
P72	Acredito que permite aos alunos uma visualização mais adequada sobre o conceito visto em sala, principalmente em situações que a compreensão do fenômeno físico exige um grau de abstração que muitas vezes os alunos ainda não possuem	As maiores dificuldades estão em manter a atenção dos alunos durante a apresentação e posteriormente que eles possam relacionar o conteúdo visto no software com o conceito visto em sala.	Wave-on-a-string_pt_br simulador de ondas em uma corda!
P73			
P74	Não resposta	Indisciplina de alguns alunos desinteressados.	Condigital=pilha de daniel
P75	Sim. Sempre uso sites com os da USP e da secretaria de educação do Paraná. A interatividade atrai os alunos o que otimiza o processo de aprendizagem.	Na maioria das instituições temos muitos bloqueios de site. Simulações de alto grau de dificuldade para instalar e utilizar.	Vou citar o site. www.labvirt.fe.usp.br
P76			
P77	Os recursos virtuais são uma forma de linguagem muito atrativa para os alunos. De algum modo, isso os atrai.	Encontrar material adequado para as aulas que quero aplicar.	Simulação de efeito fotoelétrico.
P78	Sim. Valeu a pena. Facilitou a compreensão do conceito, tornou a aula mais dinâmica e consequentemente a participação dos alunos também foi melhor.	Acredito que tive sorte, até o momento não encontrei problemas ou dificuldades.	Foi uma utilizada para explicar o conceito do efeito fotoelétrico. (Uma animação com o bonequinho do Albert Einstein.
P79	Sim, os alunos ficaram mais atentos e com maior entendimento do conceito trabalhado.	Dificuldade de instalação e download, falta de simuladores para determinados tópicos	Adoro o PHET Colorado. Tem simuladores bem interessantes para as aulas de Física e Química.
P80	Vale muito a pena como um complemento, uma ferramenta. Nem sempre podemos fazer experimentos no laboratório, então algumas animações auxiliam na visualização de fenômenos, principalmente nos	Ainda há poucas opções, restritas às demonstrações clássicas. Exemplo: é fácil demais encontrar simulações de um pêndulo simples (que, aliás, pode ser analisado facilmente num laboratório didático),	> http://www.if.ufrj.br/~marta/aplicativos/ > http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics/work-energy-and-power > http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/portuguese/simulacoes.ht

	tópicos de Óptica, eletricidade, magnetismo e ondulatória. Na internet há bons sites com simulações gratuitas tanto em português como em inglês, em geral hospedados por ambientes virtuais e universidades.	porém ciclos termodinâmicos são raros ou incompletos. A outra dificuldade são as compatibilidades de arquivos: tablets não suportam Java Runtime Environment (sobre a qual a maioria das simulações são baseadas) e alguns não suportam Flash. Eu contornei essas dificuldades utilizando meu notebook pessoal com sistema operacional Linux.	ml > http://www.walterfendt.de/ph14e/ > http://www.falstad.com/mathphysics.html > http://www.shermanlab.com/science/physics/index.php > http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php > http://www.surendranath.org/Apps.html > http://educyclopedia.karadimov.info/education/mechanics/javathermo.htm > http://www.myphysicslab.com/ > http://www.myphysicslab.com/ > http://www.joakimlinde.se/java/index.php
P81			
P82	Mais ou menos poucos alunos realmente se interessaram e "aproveitaram o conteúdo apresentado.	Espaço físico e aparelhos funcionando perfeitamente e sem travar para um grupo razoável de alunos.	Usei simulação de divisão celular Meiose e Mitose.
P83	Sim. Os alunos gostam e ficam mais interessados.	Acesso a todos os alunos ao computador e material disponível.	Caça palavras, criptograma.
P84			
P85	Os alunos se mostraram mais interessados, todos quiseram participar, pediram para disponibilizar o material para estudo em casa e compartilhar com os amigos	A principal dificuldade era o uso de recurso na escola, os programas são antigos, cheios de vírus, de difícil acesso	Http://www.sobiologia.com.br/ http://www.johnkyrk.com/aminocid.swf http://www.biologia.seed.pr.gov.br/arquivos/file/jogos/scoiso_manual.pdf
P86			
P87	Um pouco. Mas o efeito não foi muito diferente do que o de uma aula tradicional.	Tempo curto de aula, para preparar a apresentação e depois trabalhar em cima dela.	Gráficos dinâmicos de trigonometria produzido pelo site Ciência a mão, da USP.
P88	Sim, eles ilustram os conteúdos teóricos trabalhados	Falta de estrutura do colégio para atender ao grande número de alunos por turma	Labvirt preparo de soluções
P89	Sim, pois o conteúdo deixa de ser estático e passa a ser dinâmico! Mais próximo da realidade!	As vezes não funciona!	Utilizo programa interativo phisycs!
P90	Sim, pois facilitou a compreensão por parte dos alunos em diversos aspectos do conteúdo.	Na maioria dos casos, foi a falta de compatibilidade dos recursos exigidos pelo software e os disponíveis nos laboratórios de informática das escolas.	Lab de Física virtual http://www.oocities.org/br/saladefisica3/laboratorio.htm
P91			
P92	Valeo a pena sim. Pois proporcionou aos alunos uma nova ferramenta de auxílio aos seus estudos.	Muitos dos programas são pesados e a estrutura Física da escola não ajuda quando se pretende trabalhar com algo deste nível.	Geogebra
P93			
P94	Sim, pois a aula ficou mais dinâmica, deu pra trabalhar mais tópicos em menos tempo. E	Na pública, um meio de fazer uma maior projeção, eu usei um aplicativo no celular e mostrei o	Stellarium, aplicativo decibelímetro, aplicativo sismógrafo, simulador de ondas

	tornou a aula mais compreensível e significativa.	meu celular para os alunos, até pedi para que todos baixassem mas poucos tinham acesso à internet. O Wi-Fi era bloqueado.	além do power point.
P95	Sim, estamos numa outra era, não é possível ensinar hoje sem esses recursos. Mas, infelizmente na rede pública isso está longe de acontecer... Não temos estrutura e o professor que quiser, tem que trazer o próprio material.	Uma sala disponível e um computador de funcionasse.	Aulas com power point e uma software da FTD de língua portuguesa.
P96	Ajudaram a visualização de alguns conceitos, como comprimento de onda, frequência, entre outros no caso específico de cordas oscilando. Ou mesmo no caso da refração e o fenômeno da reflexão total.	Tem po disponível no sistema apostilado para encaixar esses recursos.	https://phet.colorado.edu/pt/simulation/bending-light => Refração https://phet.colorado.edu/pt/simulation/wave-on-a-string => Ondas em uma corda
P97	Sim, por conta de permitir interações em sala de aula.	Por falta de tempo de preparação, as aulas se tornaram muito demonstrativas e pouco qualitativas	As animações de Física Térmica, Ondulatória e eletromagnetismo do Phet, disponíveis no Banco de Objetos Educacionais
P98			
P99	Sim, pois consegui prender atenção dos alunos por mais tempo.	A questão está no modelo e na interação que o software permite, ou seja, na maioria das vezes tem limitações teóricas e não permitem fazer o aprofundamento do conceito trabalhado.	PHET Física Edson interativa Jogos para celulares.
P100			
P101			
P102			
P103			
P104			
P105	Nunca utilizei recursos virtuais, pois não temos nem wi-fi na escola estadual de Mauá, por isto não posso aproveitar o tablet do governo na escola.		
P106			
P107	Eu acho que vale a pena em especial para facilitar a visualização em tópicos muito abstratos e em que a visualização é necessária, como geometria molecular. Também para dar a oportunidade ao aluno de ter contato com formas diferentes de explicação, alternativas à minha forma de explicar em sala de aula.	São pouco atraentes por serem pouco interativos. Quero dizer: não dá pra fazer muita coisa com essas simulações, além de visualizar, falar "legal" e sair do programa. Seria interessante se o aluno, ao interagir com o programa, pudesse ter possibilidades de experimentar alternativas diversas, inclusive as alternativas "proibidas" como um carbono pentavalente (apenas um exemplo)	http://phet.colorado.edu/pt/simulation/molecule-shapes-basics

P108			
P109	Sim, apesar da grande agitação que o uso desses recursos gerou na sala de aula.	Os estudantes ainda não vêem esse uso como sendo "aula", mas como uma atividade extra e que não merece muito crédito.	Simulação de Ondas do PHET e de Termodinâmica do mesmo site.
P110	Sim, pois a interação em sala é maior.	A busca por simulações que trabalhem o erro do aluno.	Todas de Física do phet as de mecânica presente no fisica.net
P111	Em alguns aspectos sim por exemplo esta estratégia auxilia o aluno na elaboração de modelos mentais sobre tópicos mais abstratos na disciplina. Por outro lado, também pode gerar uma visão macroscópica, dependendo da simulação.	Minha inexperiência com este tipo de estratégia e falta de habilidade com a tecnologia por trás destes software	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/chemist http://www.pontociencia.org.br/
P112			
P113	Valeu sim ... Facilitou entendimento de conceitos físicos.	Nenhuma dificuldade !!	Efeito Fotoelétrico, etc.
P114	Eu não obtive o resultado esperado para aquela atividade, no caso o conteúdo abordado, porém, notei que houve um "efeito colateral", se assim posso dizer. Os alunos começaram a dar mais contribuições nas aulas seguintes, ou seja, perderam a timidez ao entrar em contato com o novo idioma e também não se envergonhavam quando fazíamos os exercícios de pronúncia, dos quais percebi a aceitação de toda a turma após a atividade no laboratório.	Alguns equipamentos - como mouse, teclado, mouse-pad e monitor- estavam danificados, o que comprometeu a aceitação daquela atividade devido as péssimas condições de aprendizagem.	Como disse, criei uma simulação de diálogo em um ambiente que fosse familiar ao público alvo das turmas para as quais lecionei.
P115	Muito pois permitem uma interação mais dinâmica (típica da linguagem dos games) com o fenômeno estudado. Reforça a lembrança visual do que foi estudado, pois o aluno faz menção aos processos observados do fenômeno quando argumenta ou analisa uma situação-problema. Produz novos questionamentos pois os alunos exploram situações de diversas maneiras. Aprimora a elaboração conceitual permitindo que o aluno conecte conceitos que viu em outros meios, principalmente, quando tratamos vários modelos científicos e precisamos compará-los	Interações propostas pelos que não estavam no planejamento obrigaram-me a repensar a atividade e direcionar o olhar das turmas futuras. O "setup" do simulador ... Pois os alunos começam a interagir e desconfiguram as condições iniciais.	Skate park Energy Para analisar transformações de energia, velocidade e dissipação numa pista de skate do Phet simulators Stellarium para observação astronômica
P116	Sim. As aulas tornam-se mais atrativas e interessantes para os alunos.	No momento nenhum. Pois a unidade em que leciono temos um aparato multi mídia próprio	Sistema ABO, DNA e RNA, Classificação biológica, Genética em geral, etc.

		do sistema de ensino usado pela mesma.	
P117	Sim, pois utilizei o recurso para ensinar Física moderna e Contemporânea - uma disciplina que é muito teórica e fora do cotidiano dos alunos - com o auxílio dos simuladores, pude apresentar/exemplificar de forma mais "real" o conteúdo que estava sendo ministrado.	O problema principal que tive foi com a instalação dos softwares nos pc's do laboratório de informática da escola, nem todos os computadores eram compatíveis e dentre aqueles que eram, alguns solicitaram a senha para instalação do software.	Doppelspalt experiment
P118	Sim. Os simuladores e animações me ajudam a construir com os alunos a noção de modelos. Quando se trata de modelos de interação de partículas, todos incorrem na problemática de representar átomos e moléculas como se a sua visualização dependesse apenas de uma questão de ampliação, mas ainda assim possibilitam levantar essa discussão em classe. As animações também ajudam na percepção espacial e na dinâmica de processos químicos que, na lousa, se limitam a representações estáticas.	Não tenho infraestrutura que facilite a projeção em sala ou a fácil instalação de plugins nos laboratórios de informática. Para ter plena liberdade na manipulação do software, preciso usar meu computador pessoal, o que limita a interação da turma com o material.	Há simulações do comportamento dos gases (pressão/volume/temperatura); animações sobre o movimento de partículas mediante aquecimento (forças intermoleculares/estados físicos); vídeos com modelos de dissolução de compostos covalentes e iônicos (solvatação). Em geral, uso vídeos disponíveis no youtube ou no pontociência, além de animações e simuladores que encontro com mecanismo de busca do Google.
P119	Facilita a criação de modelos mentais mais coerentes por parte dos alunos.	Difícil encontrar simuladores que não gerem concepções alternativas.	Uso muito os simuladores da Universidade do Colorado http://phet.colorado.edu/pt_BR/
P120	Sim. Torna as aulas mais instigantes.	Máquina.	Adorofísica.
P121			
P122	Sim, pois existem alunos que aprendem e compreendem melhor através de recursos visuais e a lousa é muito limitada, muitas vezes, na representação de certos fenômenos biológicos.	Dificuldades na utilização dos vídeos e animações sem ter que depender da internet na hora da aula, portanto, para poder baixar as animações e instalá-las em minhas apresentações de forma que a aula não ficasse truncada.	http://www.youtube.com/watch?V=r1hbcevhj2w
P123	Sim, as aulas fluem e o aprendizado fica mais atraente.	Falta de infra estrutura na escola.	Usei jogos de perguntas lógica encontrado no google play e vídeos pequenos, alguns motivadores e outros como complemento ao conteúdo apresentado na disciplina.
P124	Vale a pena. Alguns conteúdos de ciências são melhor compreendidos quando há a demonstração de todas as 'variáveis' presentes para a construção daquele tipo de conhecimento/conteúdo. Em alguns casos isso seria possível com o uso de laboratórios de ciências, em outros não (como é o caso do desenvolvimento contemporâneo das ciências, ex.	Sem sombra de dúvidas, a maior dificuldade diz respeito ao espaço e ao tempo didático. Ou seja, a escola pública (e a particular também) não dispõe de estrutura adequada (quando há sala disponível, não há fio de extensão; quando há sala e fio de extensão, não há projetor etc) e por ser professor aulista, não encontro momento para organizar (buscar, preparar,	- Phet Simulator: dualidade onda-partícula, interações eletromagnéticas, modelo atômico - Escola do Futuro: Consumo de energia elétrica, óptica - Crocodile Physics: Instalações elétricas, mecânica

	Química e Física quântica; biologia molecular etc). Outro fator é a ausência de laboratórios de ciências nas escolas públicas do estado de SP; por isso, o uso de simulações de situações para o ensino de conteúdos de mecânica/eletricidade, reações químicas etc (que poderiam e deveriam ser tratados em laboratório) representaria uma aproximação com aquele que seria o desejado (o laboratório) por ser mais barato, mais prático etc	pensar no melhor momento do uso) os recursos virtuais.	
P125	Sim, pois os alunos ficaram mais interessados na aula e participaram mais ativamente com comentários e perguntas pertinentes aos conteúdos abordados.	Recursos materiais (eu só conseguir utilizar simulações utilizando meu próprio computador e projetor). Utilizar simulações nos laboratórios de informática é quase impossível, devido a falta de manutenção. É necessário muito tempo para preparar os materiais necessários a aula.	Circuit Simulator v1.6b (Disponível em: http://www.falstad.com/circuit) Ripple Tank Applet v1.7f (Disponível em: http://www.falstad.com/ripple)
P126	Sim, especialmente em Física moderna	A variabilidade de opções	Efeito fotoeletrico
P127	Sim ajudou muito na interação dos alunos	Trabalhar com os equipamentos	Jogos sobre a carga elétrica de componentes eletrônicos, o aluno vai acendendo as luzes motores e chega uma hora que aquilo para ou melhor queima o fuzível .
P128			
P129	Sim, porque facilitou a aprendizagem dos alunos, com maior interesse e participação deles.	Muitas vezes os computadores da escola não se conectam na internet ou são muito lentos, dificultando a realização da atividade.	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/667
P130			
P131	Trabalhar com recursos virtuais sempre vale a pena. Nesse momento ocorre uma quebra no cotidiano pedagógico-escolar. Os alunos são deslocados para a sala de informática e/ou de vídeo e assim saem da rotina giz-lousa-explicações. Se há uma interação ótima entre professor-alunos, a atividade ocorre muito bem. Mas, se não acontece essa sintonia junto da falta de apoio da Unidade Escolar, o trabalho vai por água a baixo.	As maiores dificuldades correspondem a disponibilidade de equipamento, da falta de monitores, problemas de conexão com a internet (velocidade baixa). Isso acaba resumindo as atividades extra classe a vídeos. Aos jogos propriamente ditos, nunca os vi na minha área, se acaso você conhecer algum me envia o link.	Empreguei animações do estúdio da Pixar - Gary Games; animações da WWF, animações do Anima Mundi, e outros curtinhas relacionados a minha área da National Geographic, BBC e outros independentes como Vida Maria.
P132			
P133			

P134	Os alunos ficam atentos e curiosos. Geralmente nas de Física faço experimentos no data show	A maior dificuldade é a infraestrutura das escolas	Simulação de experimentos on line de Física e Química
P135			
P136			
P137			
P138	Sim. Porque os alunos se sentem motivados e interessados na aula.	O tempo disponível para ser realizado. Recursos e equipamentos precários. Superlotação da sala.	Anime
P139	Sim, pois as aulas além de atraentes, ficaram dinâmicas.	Nenhuma.	Tesouro cartesiano (http://www.mais.mat.br/wiki/Tesouro_cartesiano)
P140	Sim. Os recursos virtuais colaboram na compreensão do tema. Contribuindo para o desenvolvimento do conhecimento.	Maior dificuldade encontrada foi a própria infraestrutura em sala de aula. Na maioria dos casos o deslocamento para a sala de informática é um fator que atrapalha tanto na logística quanto referente ao tempo da aula.	http://phet.colorado.edu/pt_BR/ este site é o que mais utilizo.
P141	Sim, pois os alunos sentiam-se motivados com a diversidade tecnológica.	Internet eficiente e laboratórios adequados.	Como trabalhei anos atrás infelizmente ã posso dizer especificamente qual foi o jogo
P142	Sim, porque os alunos puderam entender melhor os fenômenos que requeriam alta capacidade de abstração.	Encontrar o mesmo simulador disponível em um determinado site. Ter acesso a um datashow para apresentar o conteúdo do simulador aos alunos.	Http://webphysics.davidson.edu /Applets/sountout/soundout.htm 1 http://www.walter-fendt.de/ph14br/lever_br.htm http://www.fisica.net/simulacoes/java/walter/ph11br/lever_br.php
P143			
P144	Houve um maior entendimento dos conceitos abordados, uma facilidade na comunicação aluno--> conteúdo e por consequência a aula tornou-se mais dinâmica.	Limitação de conteúdos: Não encontro uma boa variedade sobre termodinâmica e astronomia por exemplo. Erros conceituais em simuladores de lançamento oblíquos.	Simulação de Millikan, Simulação de lançamento oblíquo, simulação de carta do céu.
P145	Sim, por que consegui chamar a atenção dos alunos para a matéria.	Nem todas as escolas possuem sala de informática.	Gravidade e Órbitas do Phet, não consigo usar mais por que fiz backup no computador e não sei o que devo instalar para funcionar de novo.
P146			
P147			

ANEXO D: ROTEIRO DAS ATIVIDADES APLICADAS COM OS ALUNOS.

1. O MUNDO DAS CORES

Este software, chamado de Objeto de Aprendizagem (AO), tem informações teóricas detalhadas sobre o assunto abordado e apresenta no próprio programa os passos que você deve seguir para bem utilizá-lo, portanto este roteiro é apenas de guia instrutivo para que você entenda com clareza o que deve fazer e eu verifique sua interação com o programa.

I) TEORIA

Clique em **FUNDAMENTOS TEÓRICOS** e leia a pequena sequência de slides que fornecem a base da teoria sobre a formação das cores que estudaremos hoje. Depois escreva resumidamente o que você entendeu sobre as informações dadas no texto, destacando o que foi mais significativo para você e o que você possivelmente não conseguiu entender direito.

II) TESTANDO A TEORIA

Clique em **INÍCIO** para retornar ao menu principal e depois selecione o item **INICIAR ATIVIDADES**.

Realize a atividade 1, seguindo os passos propostos no quadro **OBJETIVO DETALHADO** que aparece automaticamente ao iniciar a atividade ou clicando no sinal de + que aparece no título da atividade no quadro branco acima da tela. Assinale a resposta correta que você encontrou a partir da atividade 1.

Quais as cores observadas no anteparo durante a atividade?

Verde e Azul - Ciano; Verde e Vermelho - Amarelo; Azul e Vermelho - Magenta; Verde, Azul e Vermelho - Branca.

Verde e Azul - Branca; Verde e Vermelho - Ciano; Azul e Vermelho - Amarela; Verde, Azul e Vermelho - Magenta

Verde e Azul - Magenta; Verde e Vermelho - Branca; Azul e Vermelho - Ciano; Verde, Azul e Vermelho - Amarelo.

- Após resolver o seu desafio, misture as luzes modificando as intensidades de cada uma delas. Quais outras cores além do Magenta, Ciano e Amarelo você consegue obter fazendo isto?

Clique em **INÍCIO** para retornar ao menu principal e depois selecione o item **INICIAR ATIVIDADES**.

Realize a atividade 2, seguindo os passos propostos no quadro **OBJETIVO DETALHADO**

que aparece automaticamente ao iniciar a atividade ou clicando no sinal de + que aparece no título da atividade no quadro branco acima da tela. Assinale ao lado a resposta correta que você encontrou a partir da atividade

Para os pigmentos Ciano, Magenta e Amarelo, quais cores são absorvidas?

Ciano - Absorve o vermelho; Magenta - Absorve o verde; Amarelo - Absorve o azul.

Ciano - Absorve o azul; Magenta - Absorve o vermelho; Amarelo - Absorve o verde.

Nenhum pigmento absorve luz, uma vez que eles são emissores de luz.

2.

- Transcreva para esta folha as primeiras respostas às questões do teste que você escolheu:

1) A cor que observamos quando a luz branca incide sobre um pigmento é o resultado:

- Das componentes da luz branca refratadas pelo pigmento.
- Das componentes não presentes na luz incidente.
- Das componentes refletidas pelo pigmento.
- Nenhuma das alternativas.

2) Quando vemos um objeto vermelho, quais cores primárias do sistema aditivo são refletidas?

- Verde
- Vermelho
- Azul
- Nenhuma das anteriores

3) Porque quando iluminamos os pigmentos com algumas cores específicas esses pigmentos ficam pretos?

- Porque a cor da luz incidente é totalmente absorvida pelo pigmento totalmente a cor.
- Porque a cor da luz incidente é totalmente absorvida pelo pigmento totalmente a cor.
- Porque a luz incidente possui intensidade muito baixa.
- Nenhuma das anteriores.

4) Quando a luz azul incide sobre um pigmento magenta, que cor é vista?

- Magenta
- Verde
- Vermelho
- Azul

5) Como é formada a cor de um pixel na tela do monitor de computador?

- Pela combinação das cores azul, vermelha e verde.
- Pela combinação das cores magenta, ciano e amarela.
- Pela combinação das cores preta, branca e verde.
- Pela combinação das cores verde, magenta e branca.

- Escreva com suas palavras a diferença entre as cores de luz e as cores de pigmento.
- Na sua opinião este software poderia ser utilizado com o mesmo aproveitamento se não houvesse este roteiro impresso extra com orientações?
- Na sua opinião, o software trazer a teoria sobre o assunto por ele tratado e possuir questões que te ajudam a testar seu conhecimento é eficaz para seu aprendizado? Explique.

2. CORRIDA DE FÓRMULA 1

Neste jogo, chamado de Objeto de Aprendizagem (AO) você poderá participar de dois testes diferentes: o primeiro é aquele em que será possível diferenciar o que é deslocamento e o que é distância percorrida (Reconhecimento) e o segundo em que você calculará a velocidade média de algumas voltas (Contra o relógio).

Jogue uma vez sem se preocupar com as questões abaixo e depois leia as questões antes de jogar para conseguir coletar as informações que se pede abaixo.

I) RECONHECIMENTO

- 1) Qual a cor da linha (que une o carro à posição de largada) que representa o deslocamento?
- 2) E qual a cor da linha que representa a distância total percorrida?
- 3) A partir dessas representações o que podemos dizer sobre a distância percorrida e o deslocamento?
- 4) Uma das grandezas (distância percorrida ou deslocamento) tem seu valor zerado a cada volta, qual é esta grandeza, explique.
- 5) Conforme o carro anda, o que acontece com a quantidade de combustível no tanque? E quando o carro está em repouso, o que acontece com ela? Isso está de acordo com a realidade?
- 6) Quando movemos o carrinho para frente com o auxílio das setas do nosso teclado, o carro pára de andar imediatamente após soltarmos o botão do teclado? Tente listar algumas situações do cotidiano em que isso também acontece.
- 7) O que você observou na questão 6 está relacionado com uma importante lei da Física, uma das leis de Newton, você sabe qual é?

II) CONTRA O RELÓGIO

Apesar dessa parte se chamar “contra o relógio” um piloto não corre apenas contra o relógio, mas contra os adversários, combine com o colega ao lado para correr na mesma pista, e anote os resultados para ver quem é o ganhador!!

ANTES DE RESOLVER O PROBLEMA E SAIR DA TELA DO JOGO, LEIA AS PERGUNTAS ABAIXO E ANOTE TODAS AS INFORMAÇÕES QUE SE PEDE.

PISTA:				
✕	PILOTO:		PILOTO:	
VOLTA	TEMPO (s)	DISTÂNCIA (m)	TEMPO (s)	DISTÂNCIA (m)
1				
2				
3				
4				
5				
TOTAL				
$v_{m\u00e9dia}$ (m/s)				

Arraste o cursor sobre o gráfico e coloque-o de modo que seja possível encontrar o último par ordenado da sua corrida, depois anote-o aqui.

ÚLTIMO PAR ORDENADO DO GRÁFICO: (____ , ____)

- 1) Com os dados da tabela, quem é o ganhador dessa corrida? Justifique.
- 2) O ganhador da corrida precisa ser aquele que possui velocidade média maior? Justifique
- 3) Como você calcula a velocidade escalar média de uma volta?
- 4) Podemos encontrar as **grandezas Físicas** dos eixos do gráfico somando as distâncias de cada volta (distância total percorrida), e o tempo de cada volta (tempo total da corrida) e comparando com o último par ordenado fornecido pela curva do gráfico (Veja os dados preenchidos na tabela). Fazendo isso, diga qual eixo representa a distância percorrida e qual representa o tempo.
- 5) Prestando atenção na velocidade instantânea que aparece automaticamente sobre o gráfico, como podemos relacionar o valor da velocidade instantânea à inclinação da curva no gráfico? (Passe o cursor sobre o gráfico e tente encontrar uma regularidade entre o valor da velocidade instantânea em cada ponto e a inclinação do gráfico naquele ponto)
 - Exprima com suas palavras o que você aprendeu ou revisou nesta atividade.

3. QUANTIDADE DE MOVIMENTO E COLISÕES.

PARTE I: Colisões elásticas (e = 1)

TEORIA: Quando as colisões são elásticas, o coeficiente de restituição (e) vale 1 e:

- a) A Quantidade de Movimento ($\vec{Q} = m\vec{v}$) se conserva;
 b) A Energia Cinética do sistema ($E_c = \frac{mv^2}{2}$) se conserva;

EXPERIÊNCIA VIRTUAL

Selecione a opção manual, certifique-se de que o coeficiente de restituição da colisão é igual a 1 e depois realize os testes:

- 1) Ajuste as massas dos dois móveis para o mesmo valor, realize os testes abaixo completando apenas os campos cinzas da tabela, com os valores de velocidade (v), massa (m) e Quantidade de movimento (Q) e anotando o que acontece com os móveis após a colisão.

TESTE 1: Um móvel se movendo em direção a outro inicialmente parado:

ANTES DA COLISÃO				DEPOIS DA COLISÃO'			
$m_1 =$	$v_1 =$	$m_2 =$	$v_2 =$	$m'_1 =$	$v'_1 =$	$m'_2 =$	$v'_2 =$
$Q_1 =$		$Q_2 =$		$Q'_1 =$		$Q'_2 =$	
$Q_{total} =$				$Q'_{total} =$			
$E_c^1 =$		$E_c^2 =$		$E_c'^1 =$		$E_c'^2 =$	
$E_c^{total} =$				$E_c'^{total} =$			

- O que aconteceu depois da colisão 1?

TESTE 2: Os móveis se movimentando com velocidades diferentes e em sentidos opostos:

ANTES DA COLISÃO				DEPOIS DA COLISÃO'			
$m_1 =$	$v_1 =$	$m_2 =$	$v_2 =$	$m'_1 =$	$v'_1 =$	$m'_2 =$	$v'_2 =$
$Q_1 =$		$Q_2 =$		$Q'_1 =$		$Q'_2 =$	
$Q_{total} =$				$Q'_{total} =$			
$E_c^1 =$		$E_c^2 =$		$E_c'^1 =$		$E_c'^2 =$	
$E_c^{total} =$				$E_c'^{total} =$			

- O que aconteceu depois da colisão 2?

2) Ajuste as massas dos dois móveis para valores diferentes e do mesmo modo, realize os testes abaixo completando apenas os campos cinzas da tabela:

TESTE 3: O móvel mais leve se movimentando em direção ao mais pesado que inicialmente está parado:

ANTES DA COLISÃO				DEPOIS DA COLISÃO'			
$m_1 =$	$v_1 =$	$m_2 =$	$v_2 =$	$m'_1 =$	$v'_1 =$	$m'_2 =$	$v'_2 =$
$Q_1 =$		$Q_2 =$		$Q'_1 =$		$Q'_2 =$	
$Q_{total} =$				$Q'_{total} =$			
$E_c^1 =$		$E_c^2 =$		$E_c'^1 =$		$E_c'^2 =$	
$E_c^{total} =$				$E_c'^{total} =$			

- O que aconteceu depois da colisão 3?

TESTE 4: O móvel mais pesado se movimentando em direção ao mais leve que inicialmente está parado:

ANTES DA COLISÃO				DEPOIS DA COLISÃO'			
$m_1 =$	$v_1 =$	$m_2 =$	$v_2 =$	$m'_1 =$	$v'_1 =$	$m'_2 =$	$v'_2 =$
$Q_1 =$		$Q_2 =$		$Q'_1 =$		$Q'_2 =$	
$Q_{total} =$				$Q'_{total} =$			
$E_c^1 =$		$E_c^2 =$		$E_c'^1 =$		$E_c'^2 =$	
$E_c^{total} =$				$E_c'^{total} =$			

- O que aconteceu depois da colisão 4?

PARTE II: Colisões inelásticas ($0 \leq e < 1$)

TEORIA: Quando as colisões são inelásticas, o coeficiente de restituição (e) tem valor entre 0 e 1 e como consequência sabemos que:

- a) A Quantidade de Movimento ($\vec{Q} = m\vec{v}$) se conserva;
 b) A Energia Cinética do sistema ($E_c = \frac{mv^2}{2}$) **não** se conserva;

EXPERIÊNCIA VIRTUAL:

1) **Colisões inelásticas ($0 < e < 1$):** Selecione a opção manual do software, modifique o coeficiente de restituição da colisão para um valor menor que 1, mas diferente de 0 e depois realize os testes:

TESTE 5: Móveis de mesma massa se movimentando com velocidades iguais e em sentidos opostos:

ANTES DA COLISÃO				DEPOIS DA COLISÃO'			
$m_1 =$	$v_1 =$	$m_2 =$	$v_2 =$	$m'_1 =$	$v'_1 =$	$m'_2 =$	$v'_2 =$
$Q_1 =$		$Q_2 =$		$Q'_1 =$		$Q'_2 =$	
$Q_{total} =$				$Q'_{total} =$			
$E_c^1 =$		$E_c^2 =$		$E_c'^1 =$		$E_c'^2 =$	
$E_c^{total} =$				$E_c'^{total} =$			

- O que aconteceu depois da colisão 5?

TESTE 6: Móvel mais leve se movimentando em direção ao mais pesado que inicialmente está parado:

ANTES DA COLISÃO				DEPOIS DA COLISÃO'			
$m_1 =$	$v_1 =$	$m_2 =$	$v_2 =$	$m'_1 =$	$v'_1 =$	$m'_2 =$	$v'_2 =$
$Q_1 =$		$Q_2 =$		$Q'_1 =$		$Q'_2 =$	
$Q_{total} =$				$Q'_{total} =$			
$E_c^1 =$		$E_c^2 =$		$E_c'^1 =$		$E_c'^2 =$	
$E_c^{total} =$				$E_c'^{total} =$			

- O que aconteceu depois da colisão 6?

2) **Colisões perfeitamente inelástica ($e=0$):** Modifique o coeficiente de restituição da colisão para o valor 0 e depois realize os testes:

TESTE 7: Móveis de mesma massa se movimentando com velocidades iguais e em sentidos opostos:

ANTES DA COLISÃO				DEPOIS DA COLISÃO'			
$m_1 =$	$v_1 =$	$m_2 =$	$v_2 =$	$m'_1 =$	$v'_1 =$	$m'_2 =$	$v'_2 =$
$Q_1 =$		$Q_2 =$		$Q'_1 =$		$Q'_2 =$	
$Q_{total} =$				$Q'_{total} =$			
$E_c^1 =$		$E_c^2 =$		$E_c'^1 =$		$E_c'^2 =$	
$E_c^{total} =$				$E_c'^{total} =$			

- O que aconteceu depois da colisão 7?

TESTE 8: Móveis de massas diferentes se movimentando com velocidades iguais e em sentidos opostos:

ANTES DA COLISÃO				DEPOIS DA COLISÃO'			
$m_1 =$	$v_1 =$	$m_2 =$	$v_2 =$	$m'_1 =$	$v'_1 =$	$m'_2 =$	$v'_2 =$
$Q_1 =$		$Q_2 =$		$Q'_1 =$		$Q'_2 =$	
$Q_{total} =$				$Q'_{total} =$			
$E_c^1 =$		$E_c^2 =$		$E_c'^1 =$		$E_c'^2 =$	
$E_c^{total} =$				$E_c'^{total} =$			

O que aconteceu depois da colisão 8?

- 1) Compare as quantidades de movimento antes e depois do choque em cada caso.
 - a) Houve conservação da quantidade de movimento ($Q_{total} = Q'_{total}$)?
 - b) Em quais tipos de colisões (elástica, inelástica, totalmente inelástica) se verificaram a conservação da quantidade de movimento?
- 2) Calcule os valores da energia cinética antes e depois do choque completando da tabela e depois compare seus valores totais:
 - a) Em quais tipos de colisões se verificaram a conservação da energia cinética ($E_c^{total} = E_c'^{total}$) ?

b) Nas colisões inelásticas, o que acontece com a energia cinética total do sistema após o choque?

3) Conforme você observou o que diferencia a colisão inelástica da colisão perfeitamente inelástica?

- Exprima com suas palavras o que você aprendeu ou revisou nesta atividade.

ANEXO E: TRANSCRIÇÃO DAS RESPOSTAS DA SEGUNDA PARTE DO QUESTIONÁRIO DOS DISCENTES .

Transcrevemos abaixo as respostas dos alunos as questões da segunda parte do questionário sobre a avaliação deles da atividade com OA. Aqui as não respostas foram deixadas em branco.

	<i>Questão 1</i>	<i>Questão 2</i>	<i>Questão 3</i>	<i>Questão 4</i>
A1				
A2	Surpreendeu, interessante.	foi		
A3				
A4	Surpreendeu, pois não havia visto este mecanismo ainda.	Os gráficos	Ele foi bom, pois é bem detalhado	Foi excelente, pois a todo momento ela estava nos ajudando
A5	Facebook, surpreendeu + ou -	Não olhar no facebook	Gostei mais ou menos	Gostei mais ou menos pode melhorar!
A6	Facebook, surpreendeu.	Não olha no facebook	Achei interessante.	Ótima.
A7	Facebook, surpreendeu.	Não olhar no facebook.	Não gostei.	Ótima.
A8	Ela me surpreendeu pois foi uma coisa diferente	Nenhuma	Para um jogo de Browser até que é bom	
A9	Sim. Porque e diferente	Encontrar as grandezas Físicas	Não tenho nenhuma reclamação	O roteiro e bom mas não tenho reclamação.
A10	Surpreedeu, pois é bom aprender de maneiras novas	o início do programa.	foi é deu para aprender	legal foi consuzida a aula
A11	Me surpreendeu, porque eu consegui analisar as leis de Newton, e aprendi mais	Dirigir o carrinho da formula 1.	Não tenho nenhuma crítica consegui acompanhar direitinho	Ela soube explica e informa do jeito que eu queria.
A12	Me surpreendeu, porque foi uma aula diferente e que pude aprender mais facil.	Não tive dificuldades, mas a parte mais difícil foi manusear o	É muito bom para aprender fisica.	Também foi muito bom porque deu para entender melhor.

		carrinho.		
A13	Me surpreendeu porque foi uma aula diferente e deu para entender melhor.	Foi movimentar o carrinho	Não tenho nenhuma crítica porque foi muito bom e deu para entender muito bem	Foi muito bom ficou bem especifica
A14	Surpreendem pois eu nunca havia visto um jogo de corrida para nos ensinar	os gráficos	Ele é bom pois é bem detalhado	Foi bom pois eu pude aprender jogando.
A15	Surpreendeu, porque nunca vi esse jogo	os graficos	o jogo foi bom	Ela deu toda a tenção
A16	Surpreendeu, porque eu gostei da aula, foi bem dinamica	Jogar o jogo	Não tem	Não tem, a professora é muito atenciosa
A17	Ela me surpreendeu porque ajudou muito a desenvolver as contas e os exercicios	As contas que teria que fazer mais depois consegui fazer tudo certinho	Sugestões: deveria ter mais coisas para desenvolver. Crítica: nenhuma.	
A18	Ela me surpreendeu porque tinha atividades e jogos interessantes	Não tive duvidas	Ele é muito bem feito	Tava tudo muito bom
A19	Me surpreendeu pois me mostrou coisas novas que eu ainda não sabia	Na atividade 2 [OA das Cores] onde eu não tinha entendido o que era para fazer até meu amigo me explicar	Um metodo de aprendizado muito bom pois estamos na era da tecnologia e os jovens de hoje se interessam mais por computadores e isso serve para estimularem a todos	Professora está de parabéns pois me conduziu perfeitamente nas atividades [palavra ilegível]
A20	Surpreendeu. Pois de um modo divertido aprendemos com os amigos.	Conduzir o carrinho.	Nenhuma.	Tudo foi muito bom.
A21	Surpreendeu, pois me divertir jogando com os meus amigos.	Nenhuma.	Não tenho nenhuma crítica	Não tenho nenhuma crítica
A22	Ela me surpreendeu, pois consegui entender os assuntos relacionados no software que usei.	Sobre diferenciar cor e pigmento.	Muito bom e fácil de se manusear.	Nada a declarar.
A23	Me surpreendeu, pois eu não entendo a materia com muita facilidade e essa eu	Responder as questões escritas.	Não tenho crítica e nem sugestão.	Não tenho nada a declarar

	entendi			
A24	Me surpreendeu, pois foi uma aula diferente	Colocar os valores	Não tenho criticas.	
A25	Me surpreendeu porque foi uma aula diferente	colocar os valores	Não tenho criticas	
A26	Surpreendeu porque achei que seria uma aula com internet mas foi melhor com o programa, realmente me surpreendeu		Poderia ter mais atividades o programa	Foi boa bem explicada se melhorar vai estragar.
A27	Surpreendeu porque eu aprendi coisa que eu nunca ouvir falar e agora eu sei sobre o assunto.	Memorizar as cores	Poderia ter mais destes e atividade	Ela foi bem explicada e bastante educativa
A28	Surpreendeu, pois a aula foi diferente, divertida, fez lembrar do conteúdo.	Nenhuma, pois tudo foi bem explicado.		
A29	Surpreendeu, pois foi uma aula bem divertida, interativa, com curiosidades, onde conseguimos adquirir novos conhecimentos.	Nenhuma. Pois tudo foi bem explicado e a intereção da professora ajudou bastante		
A30	Ela me surpreendeu pois eu aprendi varios tipos de energia dentro de um movimento	Foi o coeficiente de restituição	Gostei muito e conseguir apreder	O roteiro estava meio dificil mais a professora nos orientou perfeitamente
A31	Me surpreendeu, pois aprendi o que ainda não tinha aprendido!	Foi o coeficiente do resultado	Consegui aprender	Estava meio complicado mais a professora nos ensinou tudo.
A32	R: Me surpreendeu pois não há este tipo de atividade na escola.	Nenhuma	Poderia ser utilizado em todas as disciplinas	Continuar fazendo o bom trabalho de sempre e passando conhecimento para seus alunos