Revista Ciências & Ideias

VOLUME 12, N.1 – JANEIRO/ABRIL 2021

CC BY NC

O ENSINO DE BIOLOGIA POR MEIO DE EXPERIMENTOS SIMPLES NO CONTEXTO DO TEMA RESPIRAÇÃO PULMONAR EM UMA ESCOLA PÚBLICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

THE TEACHING OF BIOLOGY THROUGH SIMPLE EXPERIMENTS IN THE CONTEXT OF LUNG BREATHING IN A PUBLIC SCHOOL IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO

Fabiana de Freitas Poso [freitasfabiana396@gmail.com]
Doutoranda em Educação em Ciências e Saúde, Nutes / UFRJ.
Especialista do Programa de Residência Docente, Colégio Pedro II.

Roberto Irineu da Silva [irineuroberto@cp2.g12.br]
Colégio Pedro II, Campus Realengo II, Niterói, RJ, Brasil. Supervisor do Programa de Residência Docente. Coordenador do grupo NUPROMADI-BIO. Doutor em Ciências Biológicas, IBCCF / UFRJ

Flávia de Freitas Poso [professoraflaviaposo@gmail.com]
Pós-graduada em Língua Portuguesa, Fundação Educacional Unificada Campograndense.
Pós-graduanda em Psicopedagogia Clínica, Fundação Educacional Unificada Campograndense.

RESUMO

O presente trabalho tem por escopo propor uma abordagem de ensino de Biologia com uso de experimentação por estimular a curiosidade do aluno, desenvolver a capacidade de questionar e proporcionar a motivação; em suma: facilitar a aprendizagem. Para a execução desta pesquisa-ação, duas turmas de segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública responderam questionários sobre o sistema respiratório antes e após as intervenções. A primeira turma foi submetida a três experimentos. Já a segunda participou apenas das explicações. Foram construídas tabelas de contingências para contrastar a distribuição das frequências correspondentes ao número de indivíduos que erraram ou mantiveram o mesmo número de acerto. A significância de possíveis diferenças foi determinada pela utilização do teste qui-quadrado e pelo teste Exato de Fischer. Podemos inferir um aumento do número de indivíduos que acertaram mais questões após a realização dos experimentos no grupo caso; não se observando de igual maneira no grupo controle. Concluímos, a partir deste resultado e das entrevistas realizadas, que a utilização da experimentação pode corroborar na construção do conhecimento por dar mais dinamismo e permitir maior participação e interação entre os participantes.

PALAVRAS-CHAVE: Experimentação; Ensino de Biologia; Respiração pulmonar.

ABSTRACT

The present work aims to propose a Biology teaching approach with the use of experimentation to stimulate student's curiosity, develop the ability to question and provide motivation; in short, facilitate learning. To carry out this action research, two second-year high school classes from a public school answered questionnaires about the respiratory system before and after the interventions. The first class underwent *three experiments. The second class only participated in the explanations. Contingency tables were constructed to contrast the distribution of*

doi: 10.22047/2176-1477/2021.v12i1.1302
Recebido em: 01/10/2019 Aprovado em: 03/06/2020 Publicado em: 15/04/2021

frequencies corresponding to the number of individuals who had made mistakes or maintained the same number of correct answers. The significance of possible differences was determined using the chi-square test and the Fischer Exact test. We can infer an increase in the number of individuals who answered more questions after the experiments conducted in the case group; not observing similarly in the control group. We conclude, from this result and with the interviews conducted that the use of experimentation can support the construction of knowledge, as it gives more dynamism and allows greater participation and interaction among participants.

KEYWORDS: *Experimentation; Biology Teaching; Pulmonary Respiration.*

INTRODUÇÃO

Muitas unidades escolares não possuem laboratório de Ciências ou não o utilizam por falta de materiais como reagentes e vidrarias. Destarte, o professor se torna refém dos livros, quando poderia valer-se deste recurso para garantir a aprendizagem dos educandos e que as informações adquiridas se relacionassem de maneira relevante, e não arbitrária.

Dados do Censo Escolar de 2017 revelam que 25,3% das instituições estaduais que atendem o Ensino Fundamental dispõem de laboratório de Ciências. Quanto às escolas de Ensino Médio, este número aumenta, perfazendo um total de 39,2%. No entanto, a pesquisa não divulgou quantos não são utilizados por falta de manutenção, de materiais ou até mesmo de prática dos docentes no manuseio destes equipamentos (INEP, 2018).

Outra questão também observada por Pereira (2008) é a baixa procura de jovens em carreiras científicas em consequência de um ensino em Biologia pouco motivador e participativo e encarado como dissipador de uma vasta gama de conteúdo, considerado como verdade absoluta.

Neste sentido, diante das questões expostas e embasados em Castro (2017), entendemos que a experimentação favorece a motivação, a autonomia, a concentração, a desenvoltura, esclarece a teoria (tendo em vista que entender não é o mesmo que acreditar), a comunicação e a socialização entre professores e alunos e entre os próprios alunos, tornando, assim, a construção de significados em um processo ativo, coletivo e bilateral.

Desta forma, o escopo deste projeto é discutir a importância da experimentação como recurso didático motivador de aprendizagem sobre o conteúdo respiração pulmonar humana, ministrado no segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública em Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. A partir deste objetivo geral, foram também estabelecidos os seguintes objetivos específicos: elencar os pontos negativos e positivos da atividade prática a partir de entrevistas com os alunos e investigar a eficácia de três experimentos sobre o conteúdo sistema respiratório.

Nesta perspectiva, traremos para as próximas seções a discussão da importância da experimentação na construção do conhecimento, de forma a conectar a teoria e a prática e estimular, dentre outros aspectos, a participação. Elencaremos os principais impeditivos para a sua execução em acordo com Penteado e Kovaliczn (2008); Andrade e Massabni (2011); Gonçalves e Marques (2006) e Ramos e Rosa (2008). Subsequentemente, caracterizaremos a escola em questão (a fim de entendermos sua realidade) e discorreremos sobre o método empregado para a inferência dos resultados. Por fim, apresentaremos os dados analisados e retomaremos alguns conceitos anteriormente mencionados ao longo do texto.

A EXPERIMENTAÇÃO E O ENSINO DE BIOLOGIA: BENEFÍCIOS E IMPEDITIVOS

A experimentação já é apontada há algumas décadas como algo complementar e necessário para os processos de ensino e aprendizagem de Ciências e Biologia (MARANDINO *et al*., 2009). De acordo com Bevilacqua e Coutinho-Silva (2007), a experimentação: desperta a curiosidade do aluno; habilita-o a trabalhar em equipe; aproxima a ciência escolar da ciência dos cientistas; facilita a aprendizagem; desenvolve a capacidade de questionar, refletir, propor hipóteses e interpretar; melhora a relação professor e aluno e proporciona motivação, etc.

Segundo Freire (1997), para compreender a teoria é preciso experienciá-la. É neste sentido que a realização de experimentos representa uma ferramenta para que o aluno possa estabelecer uma relação dinâmica e indissociável entre teoria e prática.

O saber se constrói na interação, na troca de experiências, no ouvir reflexivo e inquiridor, no debate de ideias, no diálogo e na participação. Desta forma, deve-se compreender que o aluno não é um depósito de informações, pois como diz Freire (1997, p. 52), "ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção". Não devemos continuar transmitindo um saber pronto, indiscutível e acabado. Portanto, fica clara a necessidade de modificarmos a atual realidade em que os verbos mais escutados por este educando ainda continuam sendo o de sentar, escutar, fazer e obedecer. Neste sentido, é inexorável a percepção de que todo o processo que envolve o ensino e a aprendizagem só é mais qualificado, duradouro e fértil se toda essa rotina que acontece no âmbito da escola fizer sentido para este aluno.

Ao longo da história, podemos exteriorizar a defesa de Aristóteles há mais de 2300 anos pela experimentação, a preocupação na década de 1950 com a falta das atividades práticas nas escolas americanas e consequente propostas curriculares a favor das mesmas e o incentivo por tais procedimentos, objetivando despertar a formação de novos quadros de cientistas após o lançamento do satélite soviético Sputnik em 1957 (ANDRADE; MASSABNI, 2011).

No Brasil, o uso destas atividades em laboratório também foi bastante apreciado nos projetos inovadores para o ensino de Ciências nas décadas de 1970 e 1980 (PEREIRA, 2008).

Em 1998, tivemos a elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), em que se valorizavam as atividades que incentivavam a curiosidade, a investigação, o respeito à diversidade de opiniões e a experimentação. Ao longo do corpo de seu texto, podemos verificar competências e habilidades propostas - dentre elas, encontra-se a de apresentar suposições e hipóteses acerca dos fenômenos biológicos (BRASIL, 1998).

No entanto, atualmente muitos professores ainda preferem desenvolver suas aulas baseadas em estratégias tradicionais e muito expositivas, devido a uma série de fatores mencionados a seguir.

De acordo com Penteado e Kovaliczn (2008), um dos impeditivos em realizar experimentos está relacionado ao tempo, pois as aulas práticas demandam momentos para o preparo dos materiais, para a execução do experimento, análise dos resultados e para arrumar o laboratório. Acrescentamos também a este fator o extenso programa da disciplina, comprometendo a sua práxis.

Há que se compreender também que os professores consideram difícil gerenciar um grupo grande de alunos quando realizam atividades práticas, pois este tipo de exercício requer ao professor acompanhá-los em pequenos grupos. Classes numerosas desfavorecem a utilização não só de atividades práticas, mas também de qualquer outra aula que saia do esquema tradicional de ensino, na qual o aluno fica passivo. Iniciativas dos professores que eventualmente possam causar deslocamento e agitação deles dificultam o gerenciamento da classe pois, diferentemente de outras aulas, lida-se com materiais que podem cair, quebrar, ferir e pegar fogo, de modo que comportamentos inadequados são potencialmente perigosos para os mesmos (ANDRADE; MASSABNI, 2011).

Podemos também relacionar entre os fatores desmotivadores que os professores, de modo geral, mostram-se amiúde pouco satisfeitos com as condições infraestruturais de suas

escolas, principalmente aqueles que atuam em instituições públicas. A falta de materiais é mais um dos princípios que determina o engessamento do trabalho do professor em um discurso puramente teórico de sala de aula (GONÇALVES; MARQUES, 2006).

Há de se considerar também, segundo Tardif (2002 *apud* ANDRADE; MASSABNI, 2011), que a maneira de agir dos professores se deve à aprendizagem de modos de ação tradicionalmente aceitos e realizados por seus pares na socialização da profissão.

Para finalizar, ainda podemos relacionar, embasados em Ramos e Rosa (2008), a falta de incentivo e de orientação por parte dos diretores e coordenadores pedagógicos das escolas e a falta de preparo dos professores durante os cursos de formação inicial e continuada para o desenvolvimento de atividades experimentais.

Diante do que foi exposto, em conformidade com Ramos e Rosa (2008), quando esses profissionais se deparam com as atividades práticas apontadas pelos livros adotados, na maior parte das vezes eles costumam pular essa etapa do trabalho, ora alegando que o tempo é curto, ora que os materiais são escassos.

CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA ANALISADA

A escola analisada está localizada em Nova Iguaçu (Rio de Janeiro), em um bairro carente, que apresenta por vezes conflitos entre a milícia e o tráfico. Ela apresenta quatorze salas de aula, um laboratório de informática, um núcleo, um auditório, uma sala de leitura e um laboratório de Ciências. Com relação a este último, que está relacionado à temática deste projeto, comporta poucos alunos: tem uma bancada, seis microscópios e poucos materiais para serem vistos. Este espaço não é muito utilizado, pois o quantitativo de alunos por sala é grande e não há funcionários suficientes para poder ficar com o restante da turma caso o docente queira levar apenas o número de discentes que o mesmo acomoda. Esta questão também está atrelada à falta de recursos. Desta forma, normalmente, quando os professores da área querem fazer algum experimento, ele acontece na própria sala de aula e com o material atinente ao professor.

Há cinquenta e sete funcionários na unidade escolar em questão, em sua maioria do sexo feminino e que atuam há mais de dez anos no local. São três professoras de Biologia e uma que está fazendo complementação, pois não conseguiu alocar todos os seus tempos em sua origem.

Com relação aos discentes, são quinhentos e noventa e três, distribuídos em dezoito turmas de Ensino Médio (duas de primeiro ano, duas de segundo ano, duas de terceiro ano, três da Nova Política de Educação de Jovens e Adultos (NEJA) I, três de NEJA II, três de NEJA III e três de NEJA IV).

Nas duas turmas de segundo ano do Ensino Médio trabalhadas (uma caracterizada como grupo caso e a outra como grupo controle), há 31 e 29 alunos, respectivamente; porém apenas 23 e 20, nesta ordem, estiveram presentes no dia das atividades. Eles são do curso diurno e moradores do entorno. Alguns têm que conciliar os estudos com o trabalho. Em sua maioria (tanto no grupo controle quanto no grupo caso), não são muito estudiosos; porém são respeitosos, participativos e amigáveis.

MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO

Este trabalho se estruturou no modelo de pesquisa-ação. Compreendemos, em acordo com Thiollent (1997), que o mesmo propõe o abandono do modelo clássico de fazer pesquisa (em que o pesquisador apenas observa) para então abarcar no objetivo de intervir e mobilizar os participantes na resolução de um problema coletivo.

Assim, este projeto teve como base a seguinte triangulação: observação, intervenção e entrevista. Desta forma, foi executada uma reunião com os alunos das duas turmas, explicando os objetivos do projeto, esclarecendo dúvidas, deixando claro a sua não obrigação nesta atividade e pedindo aos interessados em contribuir com os dados que preenchessem o termo de consentimento livre e esclarecido.

Inicialmente, os quarenta e três alunos interessados (grupo caso e controle) responderam cinco questões referentes ao conteúdo do sistema respiratório (**Quadro 1**) em acordo com a série em que estavam (segundo ano do Ensino Médio). Este assunto foi escolhido em virtude de ser o conteúdo referente ao bimestre em que se encontravam.

Quadro 1: Questões de conteúdo.

1) O que acontece com o diafragma durante a inspiração? a) relaxa e abaixa. b) contrai e abaixa. c) contrai e eleva-se. d) relaxa e eleva-se. 2) Durante a inspiração, a pressão intrapulmonar: a) Diminui e facilita a entrada de ar. b) Aumenta e facilita a entrada de ar. c) Diminui e dificulta a entrada de ar. d) Aumenta e dificulta a entrada de ar. 3) Assinale a opção que representa o caminho do ar até chegar os pulmões: a) Fossas nasais, traqueia, faringe, laringe, brônquios, bronquíolos e alvéolos pulmonares. b) Fossas nasais, faringe, laringe, traqueia, brônquios, bronquíolos e alvéolos pulmonares. c) Fossas nasais, laringe, faringe, traqueia, brônquios, bronquíolos e alvéolos pulmonares. d) Fossas nasais, traqueia, brônquios, bronquíolos, alvéolos pulmonares, faringe e laringe. 4) Qual a função do fator surfactante? a) Prevenir o colapso durante a expiração b) Prevenir o colapso durante a inspiração c) Impedir a entrada de alimentos na laringe d) Permitir a contração dos alvéolos pulmonares
5) Durante a expiração, o ser humano elimina um gás chamado: a) Gás oxigênio, que ao reagir com a água se torna ácido. b) Gás oxigênio, que ao reagir com a água se torna básico. c) Gás carbônico, que ao reagir com a água se torna ácido. d) Gás carbônico, que ao reagir com a água se torna básico.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Posteriormente, estes alunos foram divididos em dois grupos, assim caracterizados: (a) e (b). O (a) (n = 23) foi submetido à realização das aulas de três experimentos: o primeiro abordando a atuação do diafragma e das costelas nos movimentos respiratórios; o segundo verificando a função do fator surfactante; o terceiro investigando a liberação do gás carbônico na expiração. Já com relação ao grupo (b) (n = 20), os discentes apenas tiveram aulas expositivas, sendo oportunizado um momento para retirada de dúvidas. Assim, não participaram ou presenciaram qualquer tipo de experimento.

Em sequência, os dois grupos de alunos foram ressubmetidos ao mesmo questionário, com propósito de confrontação dos resultados com os obtidos da primeira aplicação.

Considerando a análise sobre a influência dos experimentos na eficiência do processo ensino-aprendizagem, foram construídas tabelas de contingências para contrastar a distribuição das frequências daqueles que mais acertaram o questionário após intervenção pedagógica com aqueles que acertaram menos ou mantiveram o mesmo número de acertos por ocasião da primeira aplicação anteriormente às mediações.

O contraste destas frequências e a emergência de uma significância em termos de diferença foram determinados pela utilização do teste qui-quadrado e pelo teste Exato de Fischer.

Desta forma, após os dados obtidos, calculou-se o valor de qui-quadrado por meio da aplicação da seguinte fórmula: $N\ [|ad-bc| - N/2]^2\ /n1.n2.n3.n4$, onde N equivale ao número total de indivíduos; a representa a soma dos indivíduos que acertaram mais questões no segundo questionário no grupo caso; b, os que acertaram mais no grupo controle; c, os que acertaram menos ou mantiveram o mesmo número de acertos no grupo caso; d, os que acertaram menos ou mantiveram o mesmo número de acertos no grupo controle; n1, a + b; n2, c + d; n3, número total da amostra caso; n4, número total da amostra controle.

Considerando o teste qui-quadrado, valores acima de 3,84 indicam que a diferença é significante, evidenciando que as experimentações aumentam a eficiência do processo ensino-aprendizagem (PAGANO; GAUVREAU, 2004).

Quanto ao valor de p, este se relaciona com a significância do teste estatístico aplicado. Assim, se ele estiver abaixo do nível de significância estabelecido (no caso, 0,05), assumiremos, de acordo com Pagano e Gauvreau (2004) e Ferreira e Patino (2015), que a hipótese nula (hipótese de que os experimentos não influenciam no processo ensino-aprendizagem) pode ser rejeitada.

O software utilizado para a construção das tabelas de contingência e determinação dos valores qui-quadrado, valor p para o teste do qui-quadrado e valor de p para o teste de Fisher, encontra-se disponível no seguinte endereço eletrônico: <http://www.graphpad.com/quickcalcs/contingency1.cfm>.

Findando as atividades, foram colhidas informações acerca das opiniões destes educandos sobre os temas e procedimentos abordados e suas concepções frente à relação da experimentação com a forma de aprendizagem por meio de uma entrevista semiestrutura em uma roda de conversa de forma interativa.

CARACTERIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS UTILIZADOS NESTE PROJETO

Para compreensão dos processos respiratórios quanto ao mecanismo da ventilação, foi construído um modelo didático (**Figura 1**) que mostra os órgãos do sistema respiratório e contém uma mangueira que, quando algum voluntário assoprava, o pulmão esquerdo se expandia e as costelas se levantavam - demonstrando, desta forma, o movimento da inspiração.

No segundo experimento, uma garrafa pet foi cortada ao meio de forma longitudinal. Em sua abertura superior, havia uma mangueira maior, colada numa mangueira menor e duas bolas de encher em cada uma das extremidades desta mangueira menor (**Figura 2**). Uma destas bolas havia sido lavada na parte de dentro. Assim, quando o aluno tentava mexê-la, não conseguia com facilidade. Este experimento fazia menções à atuação do fator surfactante ao reduzir a tensão superficial dentro do alvéolo pulmonar; sendo, portanto, muito importante para evitar o colapso dos alvéolos na expiração.

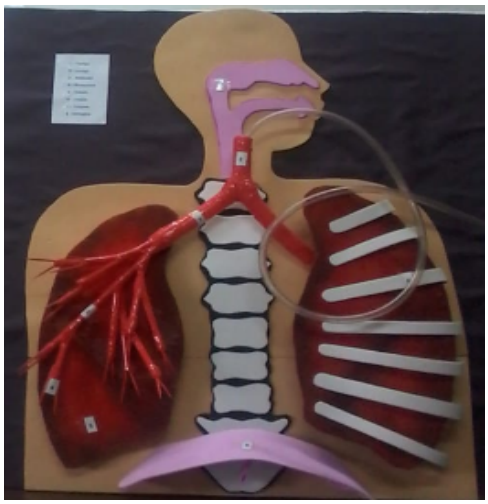

Figura 1: Imagem do experimento 1
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2: Imagem do experimento 1.
Fonte: Elaborado pelos autores.

O terceiro experimento foi o que mais entusiasmou os discentes. Nele, a turma foi dividida em três grandes grupos. Cada grupo recebeu quatro tubos de ensaio, uma garrafa com um líquido contendo repolho roxo batido com água, um pouco de sabão em pó, vinagre e um canudo. No primeiro tubo de ensaio, eles deveriam colocar apenas o líquido; no segundo, o líquido com o vinagre; no terceiro, o líquido com sabão em pó; no quarto, deveriam colocar apenas o líquido e assoprá-lo com a ajuda de um canudo. Foi explicado que o líquido com repolho roxo serve como um indicador ácido-base. Quando a substância adicionada for ácida, este líquido fica vermelho. Quando for básica, fica verde. As cores esperadas para cada tubo de ensaio encontram-se na **Tabela 1**:

Tabela 1: Coloração em cada tubo de ensaio.

Número do tubo	Coloração
1	Roxo
2	Vermelho
3	Verde
4	Vermelho

Fonte: Elaborado pelos autores.

A coloração vermelha no tubo 4 revelaria que o gás expirado forma um ácido ao interagir com a água, correspondendo ao gás carbônico segundo a reação: $CO_2 + H_20 \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow H^+ + HCO_3^-$. Assim, este experimento quis comprovar a liberação do gás carbônico durante a expiração, pois este gás em questão, ao juntar-se com a água da solução, forma o ácido carbônico. Por isso a coloração vermelha quando assopravam (**Figura 3**).

Figura 3: Imagem do experimento 3.
Fonte: Elaborado pelos autores.

RESULTADOS

As **Tabelas 2** e **3** demonstram os resultados obtidos da primeira aplicação do questionário relacionado ao tema sistema respiratório humano para alunos pertencentes ao grupo caso e ao grupo controle, respectivamente. Destacamos em negrito as respostas certas marcadas.

Tabela 2: Respostas do grupo caso antes da experimentação.

Questão	A		B		C		D		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	1	4,3	15	**65,2**	6	26,1	1	4,3	23	100
2	11	**47,8**	4	17,4	4	17,4	4	17,4	23	100
3	5	21,7	10	**43,5**	7	30,4	1	4,3	23	100
4	8	**34,8**	1	4,3	10	43,5	4	17,4	23	100
5	1	4,3	2	8,7	4	**17,4**	16	69,6	23	100

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3: Respostas do grupo controle antes da experimentação.

Questão	A		B		C		D		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	4	20,0	12	**60,0**	2	10,0	2	10,0	20	100
2	9	**45,0**	5	25,0	4	20,0	2	10,0	20	100
3	7	35,0	3	**15,0**	10	50,0	0	0,0	20	100
4	12	**60,0**	2	10,0	3	15,0	3	15,0	20	100
5	2	10,0	3	15,0	7	**35,0**	8	40,0	20	100

Fonte: Elaborado pelos autores.

Podemos verificar que a primeira questão foi a que obteve o maior número de acertos tanto no grupo caso (65%) quanto no controle (60%). Enquanto que as questões 05 (no grupo caso) e 03 (no grupo controle) foram as menos pontuadas. Elas falavam, respectivamente, sobre o gás eliminado durante a expiração e o caminho do ar das fossas nasais até os alvéolos pulmonares.

Depois da realização e discussões de todos os experimentos ou da aula expositiva, os alunos responderam novamente o questionário de conteúdo. Os resultados encontram-se nas **Tabelas 4 e 5**:

Tabela 4: Resultado do grupo caso após a experimentação.

Questão	A		B		C		D		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	3	13,0	16	**69,6**	3	13,0	1	4,3	23	100
2	15	**65,2**	7	30,4	1	4,3	0	0,0	23	100
3	3	13,0	12	**52,2**	7	30,4	1	4,3	23	100
4	10	**43,5**	6	26,1	2	8,7	5	21,7	23	100
5	1	4,4	1	4,3	19	**82,6**	2	8,7	23	100

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 5: Resultado do grupo controle após as explicações.

Questão	A		B		C		D		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	3	15,0	13	**65,0**	2	10,0	2	10,0	20	100
2	11	**55,0**	4	20,0	2	10,0	3	15,0	20	100
3	7	35,0	3	**15,0**	9	45,0	1	5,0	20	100
4	13	**65,0**	1	5,0	4	20,0	2	10,0	20	100
5	2	4,4	3	15,0	10	**50,0**	5	25,0	20	100

Fonte: Elaborado pelos autores.

Contrastando a resposta do primeiro questionário na primeira turma (antes da realização dos experimentos) com o segundo, podemos observar que o experimento mais eficaz foi o de número três, pois a questão de número cinco estava relacionada com esta explicação. Como dito anteriormente, foi o que eles mais estiveram extasiados e envolvidos. Podemos vincular este resultado com as observações de Bevilacqua e Coutinho-Silva (2007), ao mencionarem que a experimentação desperta o interesse e automaticamente pode viabilizar uma melhor apreensão do conteúdo trabalhado ao interligar a teoria com a prática. Desta forma, ampliando e transigindo o desenvolvimento, a participação e autonomia de pensamento e ação.

Tabela 6: Diferenças em percentual entre os resultados antes e depois da experimentação.

	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5
Gabarito	B	A	B	A	C
Antes	65,2	47,8	43,5	34,8	17,4

Depois	69,6	65,2	52,2	43,5	82,6
Diferença	4,4	17,4	8,7	8,7	65,2

Fonte: Elaborado pelos autores.

Também em relação ao controle, após as explicações, a questão que apresentou uma melhora mais significativa foi a de número 5, conforme a tabela a seguir. Compreendemos que um dos motivos (que inclusive foi sinalizado na entrevista) estaria relacionado ao fato de não terem nunca estudado sobre pH e, após as intervenções, puderam ter contato com o conceito em si.

Tabela 7: Contrastes dos resultados do grupo controle em percentual.

	Questão 1	**Questão 2**	**Questão 3**	**Questão 4**	**Questão 5**
Gabarito	B	A	B	A	C
Antes	60,0	45,0	15,0	60,0	35,0
Depois	65,0	55,0	15,0	65,0	50,0
Diferença	5,0	10,0	0,0	5,0	15,0

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 8: Resultados de cada indivíduo do grupo caso.

GRUPO CASO				
POPULAÇÃO	ANTES		DEPOIS	
	ACERTOS	ERROS	ACERTOS	ERROS
1	2	3	3	2
2	2	3	2	3
3	3	2	4	1
4	2	3	4	1
5	2	3	5	0
6	1	4	2	3
7	3	2	4	1
8	2	3	2	3
9	4	1	5	0
10	3	2	4	1
11	2	3	2	3
12	1	4	2	3
13	2	3	4	1
14	2	3	2	3
15	3	2	4	1
16	3	2	5	0
17	2	3	2	3
18	2	3	4	1
19	1	4	3	2
20	2	3	4	1
21	0	5	1	4
22	2	3	3	2
23	2	3	4	1
TOTAL	48	67	75	40

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 9: Resultados de cada indivíduo do grupo controle.

GRUPO CONTROLE				
POPULAÇÃO	ANTES		DEPOIS	
	ACERTOS	ERROS	ACERTOS	ERROS
1	2	3	3	2
2	3	2	3	2
3	1	4	2	3
4	4	1	4	1
5	2	3	2	3
6	1	4	1	4
7	3	2	3	2
8	1	4	2	3
9	1	4	2	3
10	0	5	0	5
11	2	3	3	2
12	3	2	3	2
13	1	4	1	4
14	4	1	4	1
15	0	5	0	5
16	4	1	4	1
17	1	4	3	2
18	2	3	2	3
19	5	0	3	2
20	3	2	5	0
TOTAL	43	57	50	50

Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando a análise sobre a influência das experimentações na promoção da aprendizagem, foi construída uma tabela de contingência (**Tabela 10**) para contrastar a distribuição das frequências correspondentes ao número de indivíduos que erraram ou mantiveram o mesmo número de acerto por ocasião da aplicação do questionário no segundo momento (posteriormente à realização dos experimentos mais aula expositiva ou unicamente

aula expositiva), sendo a significância de possíveis diferenças determinada pela utilização do teste qui-quadrado e pelo teste Exato de Fischer.

Em relação à análise estatística, considerando o teste de Fisher, o valor de p foi equivalente a 0,0059. Já o qui-quadrado estatístico é 6,545 e o valor de p é 0,0053. Desta forma, é demonstrado que a distribuição destas frequências não se realizava simplesmente pelo acaso, sugerindo, portanto, indícios de uma associação entre a realização dos experimentos com aumento da eficiência do processo ensino-aprendizagem.

Verificamos, nesta perspectiva, que embora tenha ocorrido uma melhora no desempenho tanto no grupo controle quanto no grupo caso após as intervenções; comparando os dois resultados, o do grupo caso foi mais expressivo.

Neste sentido, podemos inferir que a realização de experimentos contribuiu para a melhoria da aprendizagem na população estudada de forma mais significativa que no grupo controle. Compreendemos assim, que o ensino transmissivo não responde à necessidade dos nossos alunos, pois bem como salienta Nóvoa (2015), a inteligência só ocorre a partir da capacidade de interligar, de dar sentido aos conhecimentos.

Mencionamos aqui a socialização estabelecida ao longo da participação das atividades, transformando o professor em um mediador das oportunidades educativas, favorecendo a postura reflexiva e investigativa e a promoção de trocas de experiências.

Destacamos, também, que foram atividades simples no sentido de superar os empecilhos evidenciados por Penteado e Kovaliczn (2008) no que tange ao tempo de preparo e execução dos experimentos, assim como na falta de insumos (GONÇALVES; MARQUES, 2006).

Tabela 10: Análise do qui-quadrado sobre o número de acertos nos questionários antes e depois da aplicação do material didático.

População	Indivíduos que acertaram mais	Número de indivíduos que acertaram menos ou mantiveram o número de acertos	Total
Grupo caso	18	5	23
Grupo controle	7	13	20

Fonte: Elaborado pelos autores.

Prosseguindo com os estudos, foi perguntado aos discentes quem gostaria de participar da entrevista semiestruturada (terceiro e último encontro). Dos vinte e três, apenas seis se habilitaram. Foi explicado que a mesma seria gravada para não se perder nada do que foi falado. Alguns demonstraram-se bastante tímidos, outros apressados em ir embora e já outros querendo contribuir bastante com os dados.

De uma forma em geral, quando questionados sobre o que acharam das atividades, todos consideraram as práticas significativas e disseram que o experimento que foi mais impactante na aprendizagem foi o de número três, como pode ser percebido no trecho a seguir:

Aluno 2: "Quando a senhora mostrou os resultados, ele foi o que mais modificou a opinião das pessoas. Eu até sabia que a gente libera gás carbônico, mas não tinha noção de nada a respeito do pH".

Sobre a questão dos empecilhos observados, elencaram a falta de tempo, a agitação da turma, o conteúdo extenso, o preparo para as avaliações em larga escala, a supressão de recursos e o fato dos alunos ficarem mais desvairados. A enunciação a seguir exemplifica:

Aluno 2: "Acho que deve ser trabalhoso para o professor. Ele tem que pensar na aula, levar o material. Às vezes tirar do seu próprio bolso. Sabemos que os recursos são poucos. E ainda tem o trabalho de separar a turma. A turma também fica um pouco mais agitada".

Este excerto vai ao encontro dos autores aqui externados ao longo do texto, e muitas vezes traz como consequência a adoção de um ensino tradicional, em que os discentes permanecem enfileirados, voltados de costas uns para os outros, obrigados a estarem em silêncio, experimentando um conhecimento pronto e dito como verdadeiro, ou seja: não são provocados, inquietados e estimulados à participação.

Sobre a eficácia destes experimentos específicos, os discentes expuseram terem conseguindo responder mais facilmente ao questionário com estas atividades (fato este que pode ser verificado na **Tabela 6** com o aumento do número de acertos por parte do grupo caso). Elucidaram que a operação dos experimentos tonifica o discurso do professor, tolhendo, desta forma, o esquecimento destas informações. Também foi levantada a veemência da aula, visto que os mesmos saem de um papel passivo e podem interagir.

Aluno 6: "Qualquer coisa que saia do básico, eu acho legal. O básico é necessário sim. Temos que criar o hábito de escrever mais. Mas acho que os experimentos podem nos ajudar a lembrar da matéria. Quantas vezes numa prova, eu fico olhando para o professor para lembrar de suas explicações? Ainda mais com uma cena inteira de explicações se formando na minha cabeça!"

Aluno 3: "Eu acho legal porque a gente não fica parado. Ficar muito tempo só ouvindo o professor falar não é motivador".

Por fim, externaram o fato de conseguirem prestar mais atenção e de se inter-relacionarem mais com os companheiros:

Aluno 2: "A gente também fica curioso para saber o que acontecerá no final. Todos prestam atenção. Achei legal também que um vai ajudando o outro".

Tomando como pilar Freire (1997), a educação enquanto prática humana não tem como ser entendida como algo sem emoção, sentimento e sem alma. Assim, compreendemos a importância da reorganização da concepção atual da educação com o envolvimento de todos num processo interativo, dialógico, participativo, coletivo e democrático. Com a horizontalidade da relação professor-aluno, num movimento de sairmos de dentro de nós e fazermos uma leitura da necessidade do outro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das discussões travadas até aqui, com a percepção na literatura de um ensino de Biologia pouco motivador, apresentando um perfil muito teórico, com repasses de informações consideradas como verdades absolutas e pouco contextualizadas, fazendo pouco ou nenhum sentido para os educandos, nos vimos desafiados a desenvolver este projeto. Ele teve por escopo discutir a importância da experimentação como recurso didático impulsionador da aprendizagem, tendo ocorrido por meio de observação, intervenção e entrevista com alunos do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública localizada no município de Nova Iguaçu, no estado do Rio de Janeiro.

Embasados em autores como Penteado e Kovaliczn (2008), compreendemos que diversos fatores atuam como impeditivos destas práticas. Podemos citar o quantitativo de alunos, a remuneração deficitária (o que faz com que este profissional tenha que procurar

outras unidades escolares para complementar a renda, não conseguindo muitas vezes planejar suas aulas), a falta de laboratório ou de recursos, o fato de muitos estudantes ficarem mais entusiasmados quando abandonam as atividades rotineiras, etc. No entanto, entendemos a possibilidade de práticas simples serem desenvolvidas no âmbito da própria sala de aula, objetivando trazer um maior dinamismo, motivar o interesse, tornar os fenômenos mais reais, exercitar a investigação de solução de problemas, enfim: melhorar o aprendizado.

Considerando o contraste do grupo caso (estudantes que se dispuseram à experimentação) e o grupo controle em termos de distribuição das frequências dos indivíduos que erraram mais ou mantiveram a mesma pontuação em termos de acerto das perguntas no segundo momento da aplicação do questionário, foi verificada diferença estatisticamente significante tanto no teste de Fisher (p=0,0059) quanto no qui-quadrado (p=0,0053), constatando, portanto, que a experimentação teve um impacto importante no processo ensino-aprendizagem em relação àqueles que só tiveram aulas expositivas devido à melhora obtida em cada questão.

Em outras palavras, como no grupo caso verifica-se que há um aumento de indivíduos que acertaram mais questões no momento da segunda aplicação do mesmo questionário (que se realizou posteriormente aos experimentos), verificando situação oposta no grupo que só tiveram aulas expositivas como intervenção pedagógica para promoção da aprendizagem, pôde-se inferir que a realização de experimentos contribuiu para a ascensão da aprendizagem na população estudada de forma mais significativa que no grupo controle. Isso leva a concluir que a aplicação de experimentos simples pode corroborar significativamente na construção do conhecimento.

Todos os experimentos se mostraram eficazes; no entanto, o que obteve um resultado mais expressivo foi o de número três - inclusive os próprios discentes manifestaram sua preferência ao longo da entrevista.

Dentre os principais pontos positivos elencados pelos discentes, podemos externar a interação dos participantes entre si e com a professora e a motivação em participar da aula. Já os negativos concentraram-se na agitação da turma e na falta de infraestrutura, o que corroborou com os autores que sustentaram esta investigação

Ficou evidenciada a aproximação dos discentes com a professora e com os próprios colegas devido à dinâmica necessária para a aplicação dos experimentos. Eles apresentaram interesse em observar e participar das atividades, debateram o que estavam vendo entre si e sentiram-se a vontade para fazerem perguntas a respeito dos fenômenos que estavam examinando. Ou seja, houve uma relação mais dialógica, aberta, indagadora e não apassivada.

Compreendemos que quanto maior for o envolvimento dos alunos, melhores serão as oportunidades de aprendizagem, e que fomentar a discussão e os debates em torno dos fenômenos pode ajudar os alunos a entenderem a natureza do saber científico e a perceberem a relevante dimensão discursiva e argumentativa da ciência.

Aspiramos multiplicar essas informações, tentando contribuir com futuras práticas pedagógicas de Biologia, tencionando um ensino mais contextualizado, dinâmico, dialógico e participativo, em parceria com a teoria e que favoreça o desenvolvimento pedagógico dos educandos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.

BEVILACQUA, G. D.; COUTINHO-SILVA, R. O ensino de ciências na 5ª série através da experimentação. **Ciências & Cognição**, v. 10, p. 84-92, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.** Brasília, 1998. p. 12

CASTRO, F**.** Escassez de laboratórios de ciências nas escolas brasileiras limita interesse dos alunos pela física. **Revista Educação**, edição 239, 2017. Disponível em: **<**http://www.revistaeducacao.com.br/escassez-de-laboratorios-de-ciencias-nas-escolas-brasileiras-limita-interesse-dos-alunos-pela-fisica> Acesso em: 18 set. 2018.

FERREIRA, C. J.; PATINO, C. M. **O que realmente significa o valor-p?** J Bras Pneumol. V.41, n.5, p. 485-485, 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1997.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2006.

INEP. **Censo Escolar 2017: Notas Estatísticas**. Brasília – DF, 2018.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos.** São Paulo: Cortez, 2009.

PAGANO, M; GAUVREAU, K. Tabelas de Contingência. 2 X 2 múltiplas**. Princípios de Bioestatística. In: PAGANO, M.; GAUVREAU, K.** Princípios de Bioestatística. **Pioneira Thomson Learning. 2004.**

PENTEADO, R. M. R.; KOVALICZN, R. A. A importância de materiais de laboratório para ensinar ciências. **Secretaria de Estado e de Educação do Estado do Paraná**, 2008. Disponível em http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/22-4.pdf Acesso em: 01 fev. 2019.

PEREIRA, C. L. N. **A história da ciência e a experimentação no ensino de química orgânica.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

PEREIRA, M. A. A importância do ensino de ciências: aprendizagem significativa na superação do fracasso escolar. **Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE – 2008), SEED**, v. 23, p. 1-31, 2008.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.

THIOLLENT, Michel. **Pesquisa-ação nas organizações.** São Paulo: Atlas, 1997.