

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E DE PESQUISA PARA ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA: CONSTRUINDO CONCEITOS CIENTÍFICOS

Experimental and Researcher Activities to Students from Basic Education: Building Scientific Concepts

Leo Anderson Meira Martins

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
leo.meira@ufrgs.br

Luciana Calabro

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
luciana.calabro@ufrgs.br

Roberto Farina de Almeida

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
almeida_rf@yahoo.com.br

Maria Paz Loyaza Hidalgo

Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA-UFRGS)
mpaz1967@gmail.com

Diogo Onofre Gomes de Souza

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
diogo@ufrgs.br

Resumo

O aprendizado é determinado pela habilidade cerebral de autocorreção a partir das experiências individuais. Segundo Ausubel, na *aprendizagem significativa*, um novo conteúdo deve ser incorporado pelo aluno através de relações com o seu conhecimento prévio. As atividades experimentais são importantes para o ensino de ciências porque transformam os alunos em sujeitos ativos na construção do seu conhecimento. Neste trabalho, alunos da educação básica participaram de atividades experimentais na universidade. Os conceitos sobre “*ser cientista*”, “*aprendizagem*” e “*ação do escuro no organismo*” foram discutidos. Sem intervenção dos tutores, os alunos responderam três perguntas antes das atividades experimentais (pré-teste) que foram literalmente repetidas após (pós-teste). Os resultados revelaram que os alunos responderam ao pós-teste usando frases mais longas e que novos conceitos relacionados aos temas propostos foram incorporados. As atividades ofereceram aos alunos uma noção prática sobre “ser cientista”, estimulando-os a participarem de maneira ativa na construção de conceitos científicos.

Palavras chave: aprendizagem significativa, educação básica, experimentação e pesquisa.

Abstract

Learning is determined by the brain's ability to self-correct from individual experiences. According to Ausubel, in the meaningful learning, new content must be incorporated by the student through relations with his previous knowledge. Experimental activities are important on teaching science because it may transform students into active subjects on their knowledge construction. In this study, basic education students participated in experimental activities in the university. The concepts of "being a scientist," "learning" and "dark action in the organism" were discussed. Without the intervention of the tutors, the students answered the three questions (pre-test) that were repeated (post-test) after the proposed experimental activities. Results revealed that the students answered the post-test using longer phrases and that new concepts related to the proposed themes were incorporated. The activities provided students with a practical notion of the scientist's work, encouraging them to participate actively in building scientific concepts.

Keywords: significative learning, basic education, experimentation and research.

A construção do conhecimento e a aprendizagem significativa

O *aprendizado* é um processo que envolve a compreensão, a transformação, o armazenamento e o uso da informação pelos indivíduos. De modo geral, os pensadores que defendem a teoria cognitiva para a construção do conhecimento consideram que o aprendizado é um processo determinado pela habilidade cerebral de autocorreção a partir das experiências individuais e da autorreflexão (CARMO, 2012; REIS, 2012).

Para Ausubel (1980), são produzidas duas classes diferentes de aprendizagem no ambiente escolar. A *aprendizagem memorística* trata do tipo de aprendizado oferecido de maneira mais mecânica ou repetitiva que segue, muitas vezes, uma lógica arbitrária. Neste caso, um novo conteúdo pode acabar sendo armazenado isoladamente, o que compromete sua significação. A *aprendizagem significativa* trata da maneira de sistematizar o processo de aprendizado. Neste caso, um novo conteúdo é incorporado pelo aluno de forma que ele estabelece relações com o seu conhecimento prévio. As duas classes coexistem no ambiente escolar, mas há um consenso de que a *aprendizagem significativa* permite uma construção mais eficiente de conhecimento.

Nos últimos anos, tem se buscado entender o processo de construção dos conceitos científicos através da linguagem e outros modos de comunicação, de acordo com o contexto social da sala de aula (MORTIMER e SCOTT, 2002). Nesta abordagem, o professor não deve desconsiderar o *conhecimento prévio* de seus alunos sob o risco de restringir um processo educacional a uma simples transmissão de informação com base na realidade docente, que pode destituir significados importantes para os alunos (KNECHTEL e BRANCAALHÃO, 2009).

Da escola à universidade: a pesquisa como ferramenta no ensino de ciências

O método científico é um conjunto de regras que sistematiza os procedimentos necessários para produzir o conhecimento científico. Neste sentido, as teorias científicas devem se apoiar na experimentação assim como a análise de dados empíricos requerem diretrizes teóricas prévias (CHIBENI 2018). Sendo assim, as atividades experimentais e de pesquisa em sala de aula, reproduzindo o que constitui o saber/pensar científico, são importantes e não devem ser desvinculadas do ensino de ciência na educação básica porque transformam os alunos em sujeitos ativos na construção do seu conhecimento (FURMAN, 2009).

A proposta deste trabalho foi aproximar os alunos de educação básica ao ambiente universitário e de pesquisa, avaliando a importância de atividades experimentais e de pesquisa para a

aprendizagem significativa. Sem qualquer intervenção dos tutores e professores que auxiliaram na execução deste trabalho, os alunos da escola foram convidados a responder três perguntas (pré-teste) que foram repetidas literalmente após as atividades experimentais e de pesquisa propostas (pós-teste).

Contextualização da escola e alunos participantes

A escola que participou deste estudo é uma instituição privada que baseia seu currículo no modelo de educação norte americano. É caracterizada por oferecer aulas em inglês; portanto os alunos dominam, no mínimo, dois idiomas. Os alunos matriculados no nono ano (*grade 9*) e no décimo ano (*grade 10*) participaram deste estudo, compreendendo uma população de 30 adolescentes com faixa etária entre 14 e 16 anos. Os alunos assinaram um termo de participação nas atividades, permitindo a utilização dos dados obtidos para a realização deste trabalho.

Conceitos a serem construídos e atividades propostas

Três conceitos foram escolhidos para serem trabalhados com os alunos: o de “*ser um cientista*”, o de “*aprendizagem*” e o de “*ação do escuro no organismo*”. As atividades propostas foram ministradas em português e em inglês. A primeira se referiu à experimentação animal, relacionada ao tema memória e aprendizagem, e a segunda à experimentação em humanos, relacionada ao tema ritmo circadiano e fisiologia do sono.

No primeiro dia de atividade, os alunos foram recebidos no Departamento de Bioquímica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Na primeira etapa, eles receberam duas folhas distintas, referentes ao pré-teste, com as seguintes perguntas: (1) “*What is a scientist?*”¹ e (2) “*O que é aprendizagem?*”. Na segunda etapa, os alunos acompanharam dois tutores em um experimento de comportamento animal com camundongos denominado *esquiva inibitória* (ATUCHA e ROOZENDAAL, 2015). Esta atividade foi ministrada em português e teve, por objetivo, propor aos alunos uma discussão a respeito dos mecanismos envolvidos nos processos de aprendizado e memória. Antes de iniciar os experimentos, todos foram orientados em relação aos equipamentos de proteção individual, à conduta ética em relação ao trato com os animais e às regras do biotério. Na terceira etapa, os alunos receberam outra folha, referentes ao pós-teste, repetindo a pergunta 2.

No dia seguinte, os alunos foram recebidos no Laboratório de Cronobiologia e Sono do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Na primeira etapa da atividade, os alunos receberam uma folha referente ao pré-teste com a seguinte pergunta: (3) “*What does darkness do to your organism?*”². Na segunda etapa, os alunos acompanharam os tutores para observarem um experimento de mapeamento cerebral em humanos (CARVALHO *et al.*, 2018). Em uma atividade ministrada em inglês, os alunos se organizaram em grupos e foram estimulados a pesquisar e a discutir os conceitos que envolvem o tema *Ritmo Circadiano e Fisiologia do Sono*, relacionando-os com seus hábitos cotidianos. Na terceira etapa, os alunos receberam duas folhas distintas, referentes ao pós-teste, repetindo as perguntas 1 (realizada no primeiro dia) e 3.

Coleta e avaliação dos dados

O número de palavras utilizadas para responder a cada teste foi estabelecido e a diferença percentual entre o quantificado no pós-teste em relação ao pré-teste foi calculado. Em seguida, foi estabelecida uma média de palavras utilizadas pelos alunos para se obter uma estimativa sobre a motivação deles em responder aos questionários antes e após as atividades. Então, as

¹ Traduzido ao português: “O que é um cientista?”.

² Traduzido ao português: “O que a escuridão/escuro faz ao seu organismo?”.

palavras presentes nas respostas foram classificadas quanto à sua classe gramatical (*substantivo, adjetivo e verbo*) usando o software livre para análises textuais IRaMuTeQ (<http://www.iramuteq.org>). Desta forma, foi possível estimar quaisquer mudanças conceituais dentro dos temas propostos. A construção dos gráficos e a avaliação estatística (Teste t pareado, $P < 0,05$) foram realizadas usando o *software GraphPad 6* (La Jolla, CA, EUA). As nuvens de frequências foram construídas usando o suplemento *Pro Word Cloud* do *software Word* do conjunto *Office* (*Microsoft Corporation*, Redmond, WA, EUA). Uma quantificação das palavras usadas apenas no pré-teste, apenas no pós-teste e repetidas em ambos foi realizada, e os dados foram exibidos em gráficos de pizza construídos usando o *software Excel* do conjunto *Office*.

Resultados e Discussão

Considerando a premissa de aproximar os estudantes da educação básica ao ambiente acadêmico universitário, os alunos de uma escola privada de Porto Alegre foram convidados a participar de atividades experimentais e de pesquisa no Departamento de Bioquímica da UFRGS e no Laboratório de Cronobiologia e Sono do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Por se tratar de uma escola bilíngue, foram propostas atividades experimentais ministradas em português no primeiro dia e em inglês no segundo dia. Da mesma maneira, as perguntas estabelecidas nos pré- e pós-testes, assim como as respectivas respostas dos alunos, foram em português e em inglês.

Foi interessante observar que o idioma não interferiu na resposta dos estudantes ao pré-teste, uma vez que o número de palavras usadas foi similar para as três perguntas. No entanto, ficou evidente que o número de palavras usadas nas respostas do pós-teste não foi uniforme para as três perguntas (**figura 1A**). Não houve uma diferença grande entre número de palavras usadas para responder à pergunta “O que é aprendizagem?” no pré- e pós-teste. Mesmo assim, foi relevante observar que a questão “*What does darkness do to your organism?*” apresentou um aumento de 215,6 % no número de palavras usadas no pós-teste, aproximadamente 9 vezes maior do que o observado na questão “*What is a scientist?*”, que apresentou um aumento de 24,8% (**figura 1B**).

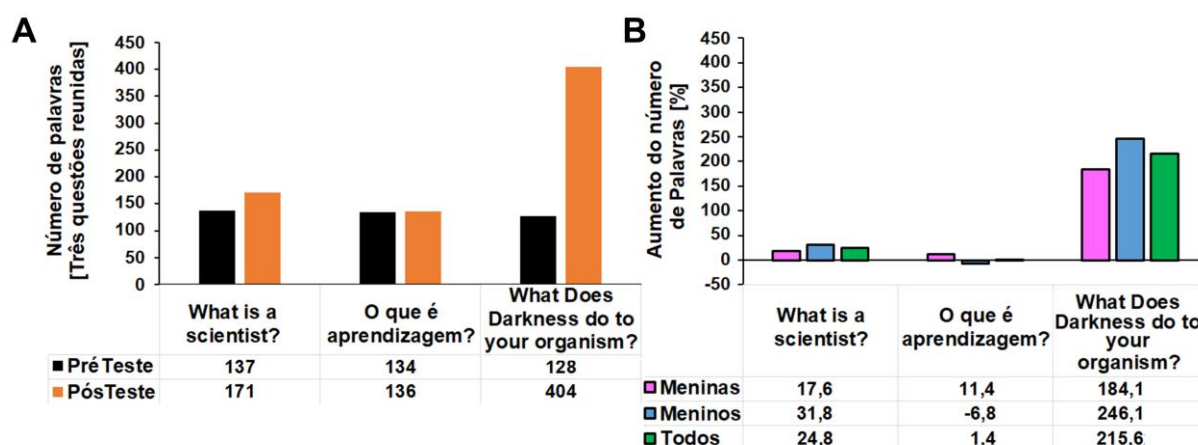


Figura 1 (A) Contagem absoluta do número de palavras para responder ao pré- e pós- testes. (B) Aumento percentual do número de palavras utilizadas no pós-teste em relação ao pré-teste.

Uma média de palavras usadas pelos alunos para responderem aos pré- e pós-testes também foi estabelecida (**figura 2**). Para a pergunta “*What is a scientist?*”, tanto as meninas quanto os meninos usaram mais palavras para responder ao pós teste ($P = 0,0065$ e $P = 0,0199$,

respectivamente). Quando os dados foram reunidos, a diferença entre as respostas do pré- e pós-testes aumentou ($P=0,0007$). Para a pergunta “*O que é aprendizagem?*”, a média de palavras usadas pelas meninas e meninos no pós-teste não alterou significativamente em relação ao pré-teste ($P=0,1981$ e $P=0,0599$, respectivamente). Quando os dados foram reunidos, houve um aumento significativo de palavras usadas pelos alunos nas respostas do pós-teste ($P=0,0196$). Para a pergunta “*What does darkness do to your organism?*”, tanto as meninas quanto os meninos usaram mais palavras para responder ao pós teste ($P= 0,0193$ e $P=0,0048$, respectivamente). Quando os dados foram reunidos, a diferença entre as respostas do pré- e pós testes aumentou ($P=0,0003$). De modo geral, estes resultados sugerem que as atividades experimentais induziram um aumento na motivação dos alunos, que responderam ao pós-teste usando frases mais longas.

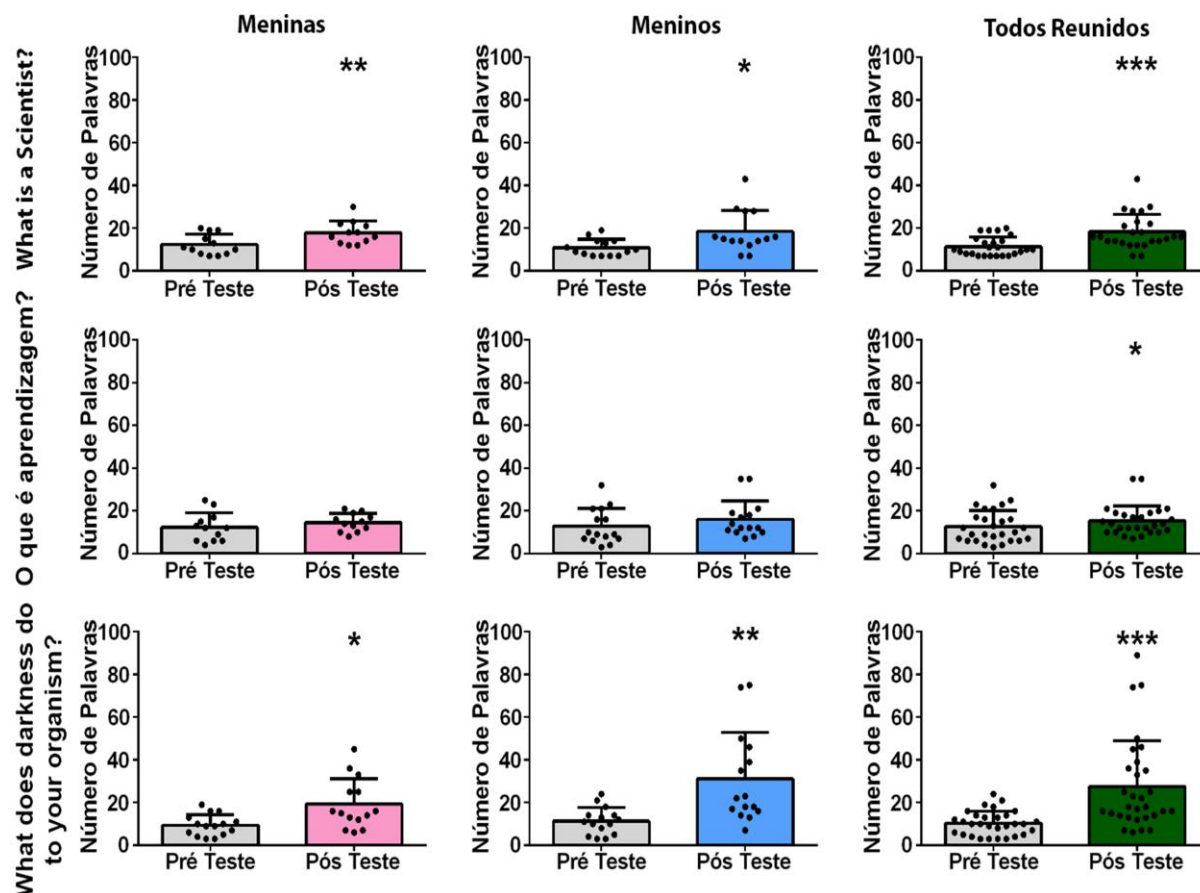


Figura 2 Média do número de palavras usadas pelos alunos para responderem ao pré- e ao pós-teste.

A análise de conceitos nas respostas dos alunos também foi realizada. Em um aspecto geral, é interessante ressaltar que as palavras-chave que estavam presentes nas perguntas – “aprendizagem”, “darkness” (em português, “escuridão”) e “scientist” (em português, “cientista”) – foram bastante frequentes no pré- e no pós-teste, refletindo o fato dos alunos terem escrito frases completas em suas respostas. Para a pergunta “*What is a scientist?*”, 30,3% das palavras apareceram apenas no pré-teste; 45,9% das palavras apareceram apenas no pós-teste; e 23,7% das palavras apareceram em ambos. As palavras “*analyse*” (em português, “analisar”), “*experiment*” (em português, “experimento”), “*learn*” (em português, “aprender”), “*question*” (em português, “questão”) e “*scientist*” (em português, “cientista”) tiveram um aumento de frequência observado no pós-teste. As palavras “*person*” (em português, “pessoa”) e “*science*” (em português, “ciência”) apresentaram uma diminuição de

frequência no pós-teste. As palavras “*study*” (em português, “*estudo*”), “*test*” (em português, “*testar*”), “*discovery*” (em português, “*descoberta*”), “*inquire*” (em português, “*inquirir*”), “*knowledge*” (em português, “*conhecimento*”), “*theory*” (em português, “*teoria*”), “*evidence*” (em português, “*evidência*”), “*hypothesize*” (em português, “*hipotetizar*”), “*investigation*” (em português, “*investigação*”) e “*systematic*” (em português, “*sistemático*”) surgiram apenas no pós-teste (**figura 3**). Considerando as respostas do pós-teste, o aumento de frequência e o surgimento das palavras supracitadas foram interessantes porque estes termos podem ser relacionados à aquisição de novas concepções por parte dos alunos sobre “ser um cientista”.

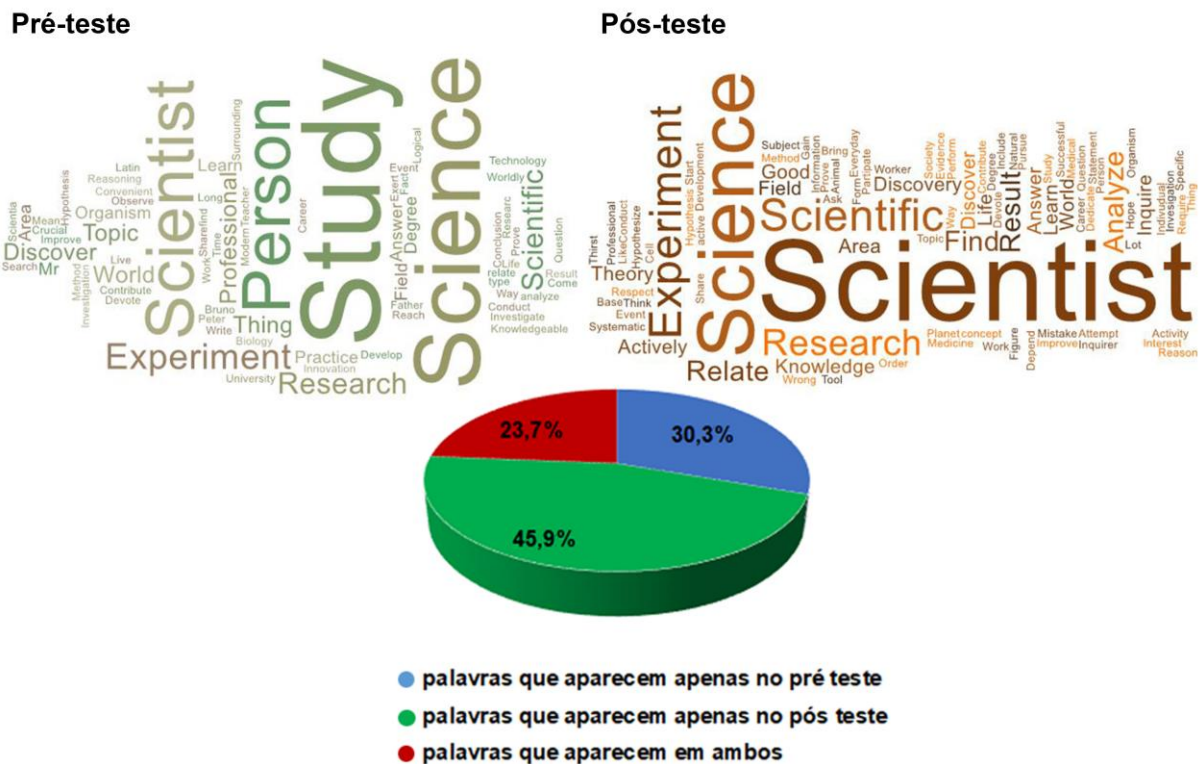


Figura 3 Nuvem de palavras e gráfico de porcentagem em pizza para a pergunta: “*What is a scientist?*”.

Para a pergunta “*O que é aprendizagem?*”, 38,1% das palavras apareceram apenas no pré-teste; 43,2% das palavras apareceram apenas no pós-teste; e 18,6% das palavras apareceram em ambos. As palavras “*aprendizagem*”, “*conhecimento*”, “*experiência*” e “*memória*” tiveram um aumento de frequência observado nas respostas do pós-teste em relação ao pré-teste. As palavras “*aprender*”, “*coisa*”, “*novo*” e “*processo*” diminuíram de frequência no pós-teste. As palavras “*erro*”, “*passado*”, “*adequado*”, “*ambiente*”, “*saber*”, “*adaptar*”, “*análise*”, “*animal*”, “*cérebro*”, “*desafio*”, “*errar*”, “*familiarizar*” e “*traumático*” apareceram apenas no pós-teste (**figura 4**). Considerando as respostas do pós-teste, o aumento de frequência e o surgimento das palavras supracitadas foram interessantes porque estes termos podem ser relacionados ao ato de aprender e refletiram parte das conjecturas dos alunos na discussão dos resultados da atividade experimental proposta para o tema.

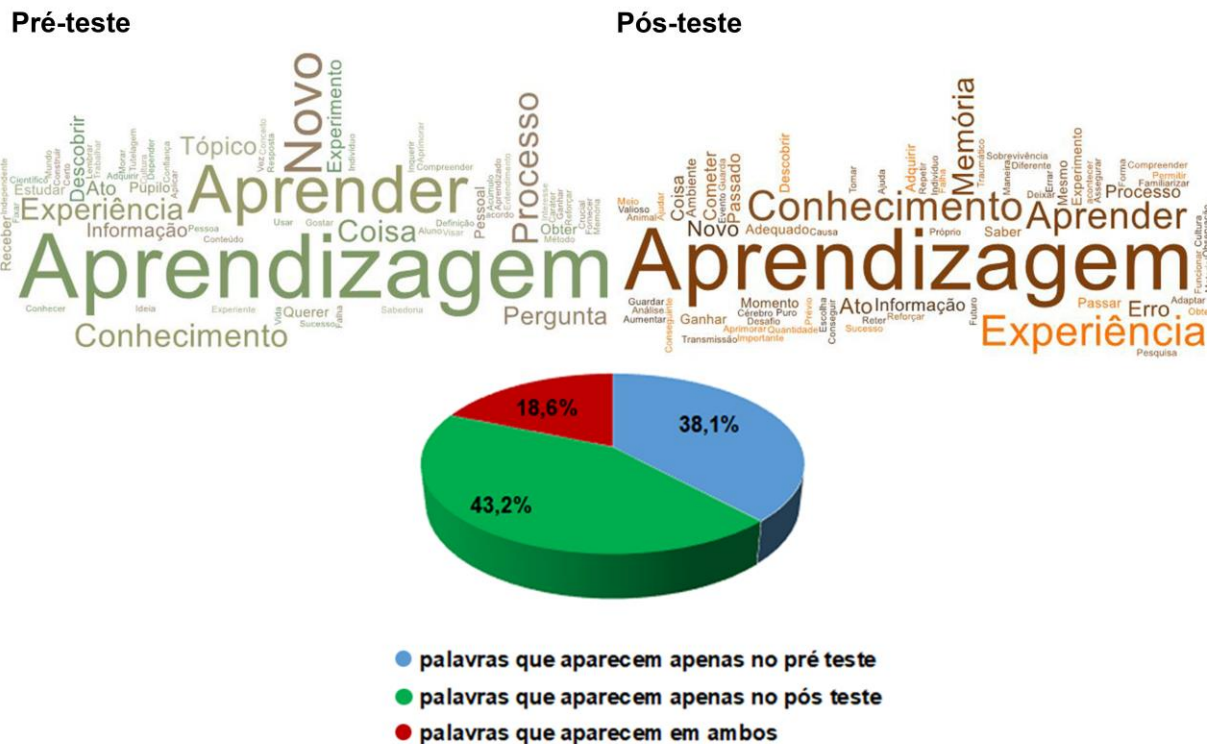


Figura 4 Nuvem de palavras e gráfico de porcentagem em pizza para a pergunta: “O que é aprendizagem?”.

Para a pergunta “What does darkness do to your organism?”, 15,1% das palavras apareceram apenas no pré-teste; 67,3% das palavras apareceram apenas no pós-teste; e 17,5% das palavras apareceram em ambos. Sobre estes dados, foi interessante notar que a quantidade de palavras exclusivas às respostas do pré-teste desta questão diminuiu substancialmente em relação ao observado no pré-teste das demais questões. De maneira oposta, a quantidade de palavras exclusivas às respostas do pós-teste, ou “palavras novas”, presentes nesta questão aumentou consideravelmente em relação ao observado no pós-teste das questões anteriores. As palavras “*affect*” (em português, “*afetar*”), “*body*” (em português, “*corpo*”), “*brain*” (em português, “*cérebro*”), “*darkness*” (em português, “*escuridão*”), “*eye*” (em português, “*olho*”), “*level*” (em português, “*nível*”), “*light*” (em português, “*luz*”), “*melatonin*” (em português, “*melatonina*”) e “*time*” (em português, “*tempo*”) tiveram aumento de frequência observada nas respostas do pós-teste em relação ao pré-teste. A palavra “*depressive*” (em português, “*depressivo*”) apareceu com frequência alta em relação a outras palavras apenas no pré-teste. As palavras “*amount*” (em português, “*quantidade*”), “*blue*” (em português, “*azul*”), “*biological*” (em português, “*biológico*”), “*cancer*” (em português, “*câncer*”), “*cell*” (em português, “*célula*”), “*circadian*” (em português, “*circadiano*”) “*clock*” (em português, “*relógio*”), “*device*” (em português, “*dispositivo*”), “*environment*” (em português, “*ambiente*”), “*gland*” (em português, “*glândula*”), “*hormone*” (em português, “*hormônio*”), “*orange*” (em português, “*laranja*”), “*photopigments*” (em português, “*fotopigmentos*”), “*photoreceptors*” (em português, “*fotorreceptores*”), e “*release*” (em português, “*liberação*”) apareceram apenas no pós-teste (**figura 5**). Novamente, foram relevantes o aumento de frequência e o surgimento de novas palavras nas respostas dadas ao pós-teste, sobretudo as supracitadas, porque refletem a incorporação, por parte dos alunos, de conceitos novos que se referiram a atividade experimental e de pesquisa propostas.

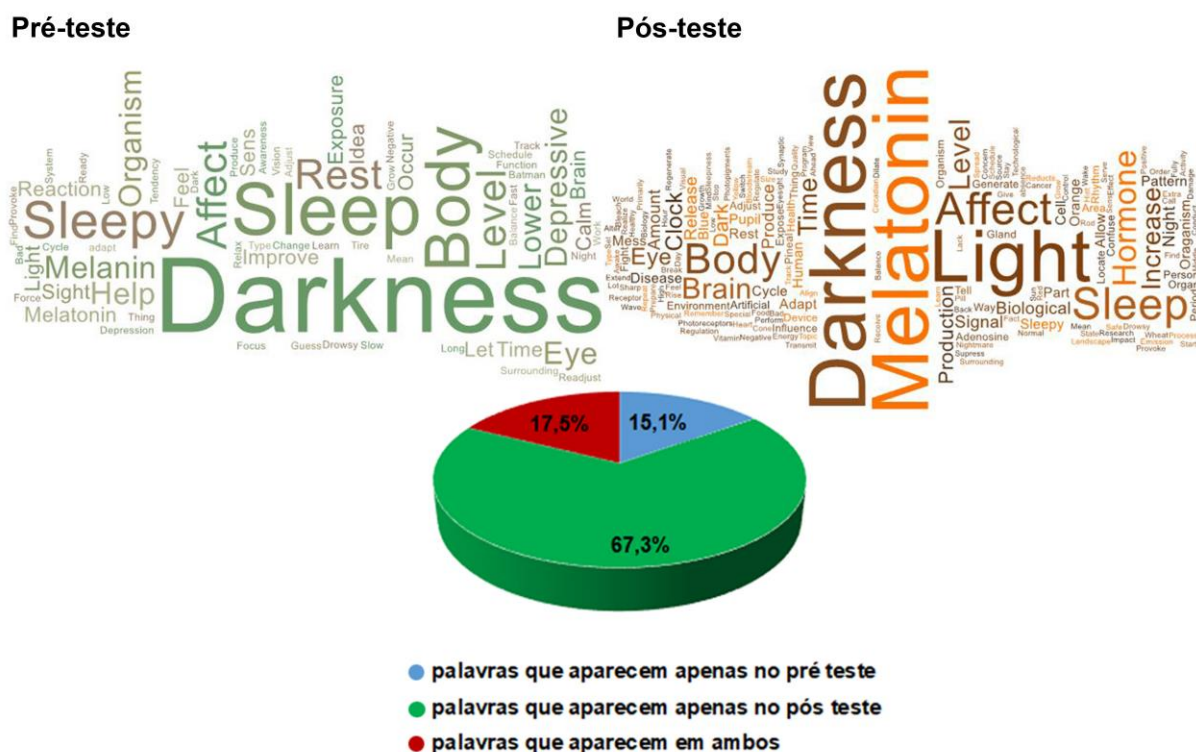


Figura 5 Nuvem de palavras e gráfico de porcentagem em pizza para a pergunta: “What does darkness do to your organism?”.

Considerações Finais

A difusão da ciência para ambientes não acadêmicos é fundamental. As atividades experimentais permitem uma sistematização na aquisição de conhecimento baseada no que os alunos já conhecem, conforme propõe Ausubel (1980). Sendo assim, são importantes para o ensino de ciências na escola porque promovem a autonomia dos alunos, que podem construir seu conhecimento de forma significativa a partir da interação com os objetos de estudo, o material didático e os colegas. A aproximação dos alunos da educação básica ao ambiente universitário ofereceu a eles uma visão a respeito do trabalho de um cientista, estimulando-os a participarem de maneira ativa na construção de conceitos científicos. O tema *Ritmo Circadiano e Fisiologia do sono* foi evidentemente o que mais despertou a motivação dos alunos para responder o pós-teste. Isso pode ter ocorrido porque as atividades relacionadas envolveram a experimentação humana e porque os conceitos que envolvem este tema não são comuns ao cotidiano dos alunos.

Agradecimentos

Aos professores e tutores que auxiliaram na condução das atividades experimentais. À agência CAPES pelo suporte financeiro.

Referências

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Trad. De Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

ATUCHA, Erika.; ROOZENDAAL, Benno. The inhibitory avoidance discrimination task to investigate accuracy of memory. **Frontiers in Behaviour Neuroscience**. V 9, n 60, 2015, p. 1-8.

CARMO, Enedina Silva; BOER, Noemi. **Aprendizagem e Desenvolvimento na perspectiva interacionista de Piaget, Vygotsky e Wallon**. XVI Jornada Nacional de Educação. Centro Universitário Franciscano (UNIFRA). Santa Maria, RS: 2012.

CARVALHO, Fabiana *et al.* Home-Based Transcranial Direct Current Stimulation Device Development: An Updated Protocol Used at Home in Healthy Subjects and Fibromyalgia Patients. **Journal of Visualized Experiments**. n.137, 2018, p. 1-9.

CHIBENI, Silvio S. **O que é ciência?** Disponível em: <http://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/ciencia.pdf>. Acesso em: 13 de mai. 2018.

FURMAN, Melina. **O ensino de Ciências no Ensino Fundamental**: colocando as pedras fundacionais do pensamento científico. São Paulo: Instituto Sangari, 2009.

KNECHTEL, C. M.; BRANCALHÃO, R. M. C. **Estratégias Lúdicas no Ensino de Ciências**. Dia a dia Educação: Governo do Estado do Paraná, 2009.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, set. 2002.

REIS, R. C. **Análise da atividade discursiva em uma sala de aula de ciências: a química dos ciclos biogeoquímicos no ensino fundamental**. 143 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Juiz de Fora, 2012.