

Análise do desempenho cognitivo de alunos do ensino médio participantes da educação científica proporcionada pelo Programa de Ação Interdisciplinar – PAI

Analysis of the cognitive performance of high school students participating in scientific education provided by the Interdisciplinary Action Program – PAI

Análisis del desempeño cognitivo de estudiantes de secundaria que participan en la educación científica impartida por el Programa de Acción Interdisciplinaria – PAI

DOI: 10.54033/cadpedv21n2-062

Originals received: 01/02/2024

Acceptance for publication: 02/09/2024

Leandro Nicolino de Souza

Mestre em Biociências

Instituição: Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

Endereço: Rodovia PA 439, 257, Oriximiná – PA, CEP: 68270-000

E-mail: lenicolino@gmail.com

Josiane de Almeida Paulino

Mestre em Biociências

Instituição: Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

Endereço: Rodovia PA 439, 257, Oriximiná – PA, CEP: 68270-000

E-mail: josiane.paulino@ufopa.edu.br

Leonia da Conceição de Oliveira

Mestre em Biociências

Instituição: Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

Endereço: R. Vera Paz, Salé, Santarém – PA, CEP: 68040-255

E-mail: lcoliveira.ufpa@gmail.com

Mayara Duarte da Silva

Doutoranda em Ciências Ambientais

Instituição: Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

Endereço: R. Vera Paz, Salé, Santarém – PA, CEP: 68040-255

E-mail: mdsilva.ufopa@gmail.com

Pollianna Garcia dos Anjos

Mestre em Educação pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Instituição: Escola Municipal de Ensino Fundamental Santa Maria Goretti
Secretaria Municipal de Educação (SEMED)
Endereço: Av. Sete de Setembro, 1121-943, Santa Terezinha, Oriximiná – PA,
CEP: 68270-000
E-mail: pollianjos@gmail.com

Izabel Karla Moura da Cruz

Pós-Graduada em Neurociências pela FASUL Educacional
Instituição: Centro de Atenção Psicossocial de Monte Alegre
Endereço: Av. Fernando Guilhon, s/n. Praça da matriz, Cidade Alta, Monte
Alegre – PA, CEP: 68220-000
E-mail: izabelkm@hotmail.com

Eldra Carvalho da Silva

Doutora em Neurociências e Biologia Celular pela Universidade Federal do Pará
(UFPA)
Instituição: Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)
Endereço: Rodovia PA 439, 257, Oriximiná – PA, CEP: 68270-000
E-mail: eldracarv@gmail.com

Siany da Silva Liberal

Doutorado em Neurociências e Biologia Celular pela Universidade Federal do
Pará (UFPA)
Instituição: Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)
Endereço: Av. Marechal Rondon, s/n, Caranazal, Santarém – PA, CEP: 68040-070
E-mail: sianyliberal@gmail.com

RESUMO

O artigo teve como objetivo caracterizar a relação ensino e aprendizagem e sua influência no desempenho cognitivo de alunos de iniciação científica em nível médio participantes da pirâmide de formação acadêmica universitária (graduandos, mestrandos e doutorandos) para vetorização e popularização da ciência em escolas de ensino básico do município de Oriximiná, Pará. A pirâmide acadêmica consiste em um método de educação em ciência e tecnologia para todos os níveis de formação acadêmica, desenvolvido no Programa de Ação Interdisciplinar (PAI) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), campus de Oriximiná-PA. A caracterização do instrumental didático como prática pedagógica e sua contextualização educacional, para além da experiência escolar, são objetos qualitativos deste estudo; como também o quantitativo do desempenho mnêmico temporal e espacial, de curto e longo prazo, atenção e cálculo; a memória de evocação; a linguagem e praxia, como forma de validação da relação ensino e aprendizagem almejada. O Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) e o Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey (RAVLT) foram aplicados a três grupos de alunos de três escolas de ensino médio (participantes do PAI; Não participantes do PAI em Oriximiná e Não participantes do PAI em

Santarém-Pará). A pesquisa qualitativa foi desenvolvida para caracterizar as diferentes metodologias de ensino e aprendizagem na escola de nível médio e no grupo de trabalho do PAI. Os resultados evidenciaram que os estudantes participantes do PAI apresentam maior desempenho cognitivo nas disciplinas escolares, no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e nas avaliações neuropsicológicas em relação aos alunos não participantes do PAI.

Palavras-chave: avaliação, desempenho cognitivo, ensino e aprendizagem, educação científica, universidade pública.

ABSTRACT

The article aimed to characterize the teaching and learning relationship and its influence on the cognitive performance of scientific initiation students at secondary level participating in the university academic training pyramid (undergraduates, master's students and doctoral students) for the vectorization and popularization of science in basic education schools. in the municipality of Oriximiná, Pará. The academic pyramid consists of a method of education in science and technology for all levels of academic training, developed in the Interdisciplinary Action Program (PAI) of the Federal University of Western Pará (UFOPA), campus of Oriximiná-PA. The characterization of teaching tools as a pedagogical practice and its educational contextualization, beyond the school experience, are qualitative objects of this study; as well as the quantitative of temporal and spatial, short- and long-term mnemonic performance, attention and calculation; evocation memory; language and praxis, as a way of validating the desired teaching and learning relationship. The Mini-Mental State Examination (MMSE) and the Rey Auditory-Verbal Learning Test (RAVLT) were applied to three groups of students from three high schools (PAI participants; Non-PAI participants in Oriximiná and Non-participants of PAI in Santarém-Pará). Qualitative research was developed to characterize the different teaching and learning methodologies in the secondary school and in the PAI working group. The results showed that students participating in the PAI have higher cognitive performance in school subjects, in the National Secondary Education Examination (ENEM) and in neuropsychological assessments compared to students not participating in the PAI.

Keywords: assessment, cognitive performance, teaching and learning, scientific education, public university.

RESUMEN

El artículo tuvo como objetivo caracterizar la relación enseñanza aprendizaje y su influencia en el desempeño cognitivo de estudiantes de iniciación científica del nivel secundario que participan en la pirámide de formación académica universitaria (pregrado, maestría y doctorado) para la vectorización y popularización de la ciencia en la educación básica. escuelas del municipio de Oriximiná, Pará. La pirámide académica consiste en un método de educación en ciencia y tecnología para todos los niveles de formación académica, desarrollado en el Programa de Acción Interdisciplinaria (PAI) de la Universidad Federal del Oeste de Pará (UFOPA), campus de Oriximiná-PA. La caracterización de los

instrumentos didáticos como prática pedagógica y su contextualización educativa, más allá de la experiencia escolar, son objetos cualitativos de este estudio; así como lo cuantitativo del desempeño mnémico, la atención y el cálculo temporal y espacial, de corto y largo plazo; memoria de evocación; lenguaje y praxis, como forma de validar la relación de enseñanza y aprendizaje deseada. Se aplicaron el Mini-Examen del Estado Mental (MMSE) y el Test de Aprendizaje Auditivo-Verbal de Rey (RAVLT) a tres grupos de estudiantes de tres escuelas secundarias (participantes del PAI; participantes No PAI en Oriximiná y No participantes del PAI en Santarém- Paraca). Se desarrolló una investigación cualitativa para caracterizar las diferentes metodologías de enseñanza y aprendizaje en la escuela secundaria y en el grupo de trabajo PAI. Los resultados mostraron que los estudiantes que participan en el PAI tienen mayor rendimiento cognitivo en las materias escolares, en el Examen Nacional de Educación Secundaria (ENEM) y en las evaluaciones neuropsicológicas en comparación con los estudiantes que no participan en el PAI.

Palabras clave: evaluación, rendimiento cognitivo, enseñando y aprendiendo, educación científica, universidad pública.

1 INTRODUÇÃO

O Programa de Ação Interdisciplinar (PAI) é um programa de iniciação científica mirim e juvenil, nascido no ano de 2008, quando o campus de Oriximiná, Estado do Pará, na região do baixo Amazonas, ainda vinculava-se à Universidade Federal do Pará (UFPA), instituição que além de contribuir com a divulgação científica e práticas de extensão, desenvolvia pesquisas neste município.

Atualmente, o campus de Oriximiná-PA está atrelado à Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), a qual continua a desenvolver o Programa de Ação Interdisciplinar como uma atividade de pesquisa e extensão, que acontece por meio de várias ações para a comunidade local. Segundo os seus idealizadores, o PAI pode ser definido como:

Um projeto de interlocução entre a universidade e a escola, empenhado em dirimir distâncias entre as duas realidades e garantir difusão plena do pensar acadêmico enquanto propulsão da qualificação do ensino básico. Em contrapartida, tratou de questões emanadas da relação ensino e aprendizagem como desafios para sua resolução e, aprimoramento didático-pedagógico de abordagens escolares para conteúdos técnico-científicos, como linguagem educacional (DINIZ; LIBERAL, 2014, p. 1).

Assim, a minuta do PAI caracteriza o programa como:

Este programa promove ainda uma iniciativa de adequação do ensino local aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), desenhados para o Ensino Médio (PCNEM) e preconizados para o ensino de Biologia em 2002: “os PCN assinalam que a apropriação dos códigos, conceitos e dos métodos de cada uma das ciências deve servir para: [...] ampliar as possibilidades de compreensão e participação efetiva nesse mundo” e, dessa forma, desenvolver o saber científico e tecnológico como “[...] condição de cidadania, e não como prerrogativa de especialistas”. E ainda, privilegiam: [...] “as competências voltadas para o domínio das linguagens científicas, e suas representações para investigação e compreensão científica e tecnológica e para aspectos histórico-sociais de produção, e de utilização dos conhecimentos”. Sugere ainda, uma contextualização sociocultural das ciências, para que: “o aluno seja capaz de: 1- compreender o conhecimento científico e tecnológico como resultado de uma construção humana dentro de um processo histórico e social; 2- compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea; 3- reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social; 4- reconhecer e avaliar o caráter ético (DINIZ; LIBERAL, 2008, p. 1).

Tal programa tem como principal objetivo promover ações educativas nas escolas de ensino fundamental e médio e a divulgação ampla de conceitos científicos gerais, a fim de partilhar o conhecimento científico e tecnológico canalizado pela universidade de forma direta para a educação básica do município de Oriximiná-PA, a partir dos cursos de graduação ofertados pelo *campus*, especialmente, o curso de Ciências Biológicas.

É nesse prospecto que a aprendizagem dos alunos do PAI vem sendo construída desde o ano de 2008. O programa envolve docentes e alunos do referido curso, professores e alunos das escolas parceiras da rede pública de ensino fundamental e médio, bem como a comunidade, por meio de palestras, seminários e feiras de ciências. O PAI tem como monitores alunos do mestrado em Biociências da UFOPA e doutorandos das referidas instituições (UFPA e UFOPA).

O PAI apresenta uma abordagem pedagógica diferenciada das tradicionais, denominada de Método Piramidal Multivetorial (MPMV), que consiste em uma abordagem de ensino e aprendizagem utilizada para os conceitos e conhecimentos construídos no ensino de Biologia dentro dos projetos de pesquisa, ensino e extensão. Tal abordagem se fundamenta em metodologias participativas para o processo de construção de conhecimento. Nesse tipo de abordagem pedagógica os alunos tendem a ser mais autônomos,

mais proativos, a buscar por si próprios soluções diversas para os problemas apresentados, são mais seguros em avaliar resultados. As metodologias participativas são caminhos para avançar mais no conhecimento profundo, nas competências socioemocionais e em novas práticas (MORAN, 2012).

Na formação da pirâmide acadêmica do PAI, não existem participantes passivos na construção do conhecimento. Todos os participantes colaboram ativamente nas atividades educativas proporcionadas pelo programa. Assim como, não existe uma relação linear dentro do processo, nem estrato de classe e tampouco estratificação etária. O que existe é uma relação “familiar” na ciência, em que todos são corresponsáveis pelo desenvolvimento do grupo e, conseqüentemente, da pesquisa.

Interessante ressaltar que o aluno do ensino médio, que se encontra na base da pirâmide, se projeta nos demais membros, como o docente pesquisador por exemplo, e isso é notório em todas as categorias do grupo, ou seja, cada componente do grupo se torna um vetor de ascensão, que é um desafio social. O aluno do ensino médio passa compreender que para se fazer ciência é necessário muito estudo e muito conhecimento.

O programa envolve o tripé: Ensino, Pesquisa e Extensão, e vale destacar que Paulo Freire (2010) trouxe uma reflexão conceitual importante para a extensão quando publicou o ensaio “Extensão ou Comunicação”, onde defendeu a extensão como uma situação educativa em que educadores e educandos assumem o papel de participantes cognoscentes, mediatizados pelo objeto que desejam (ambos) conhecer. Para ele, isso só será possível por meio de um processo de extensão dialógico, ou então, corre-se o risco de trabalhar com uma interpretação ingênua da realidade. Indo mais além, corre-se o risco de a universidade não atuar na transformação dessa realidade.

Assim, a extensão universitária pode contribuir para a expansão e novos processos de formação do conhecimento. Como afirma Castro (2004):

A extensão se coloca como um espaço estratégico para promover práticas integradas entre as várias áreas do conhecimento. Para isso, é necessário criar mecanismos que favoreçam a aproximação de diferentes participantes, contribuindo para a interdisciplinaridade. Essa perspectiva, no entanto, será potencializada por meio do contato de vários indivíduos, do desenvolvimento de uma consciência cidadã e

humana, pela formação de participantes de mudança, capazes de se colocar no mundo com uma postura mais ativa e crítica. A extensão trabalha no sentido de transformação social (CASTRO, 2004, p. 13).

Nesse sentido, a relevância do presente estudo consiste em revelar à comunidade acadêmica, que propostas de ensino, pesquisa e extensão envolvendo metodologias de ensino e aprendizagem diferenciadas, contribuem de forma significativa na avaliação sociocognitiva dos participantes cognoscentes.

Diante disso, levantou-se a seguinte questão norteadora da pesquisa: qual eficácia e/ou influência do método de ensino e aprendizagem MPMV utilizado no PAI no desempenho cognitivo dos alunos de iniciação científica de ensino médio participantes do programa? Assim, o objetivo desse artigo foi caracterizar a relação ensino e aprendizagem e sua influência no desempenho cognitivo de alunos de iniciação científica em nível médio participantes da pirâmide de formação acadêmica universitária (graduandos, mestrandos e doutorandos) para vetorização e popularização da ciência em escolas de ensino básico do município de Oriximiná, Pará.

2 METODOLOGIA

2.1 TIPO DE ESTUDO E ABORDAGEM METODOLÓGICA

A pesquisa se apresenta como um Estudo de Caso, cujo delineamento do sujeito precisa ser caracterizado como objeto de sua compreensão: a origem, a causa e sua relação com determinado fato e seu registro. André (2005), explica que este tipo de pesquisa consiste no fato de o pesquisador se concentrar em um caso particular para entender seu objeto de pesquisa.

O Estudo de Caso é utilizado em muitas situações para contribuir com o conhecimento que temos dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais, políticos e de grupos, além de outros fenômenos relacionados (YIN, 2005). Para André (2005), este tipo de estudo apresenta características *sui generis* por sua particularidade, ou seja, focaliza uma situação, um programa, um fenômeno particular para estudar e/ou compreender o objeto de estudo.

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e quantitativa, com utilização estratégias metodológicas que investigaram a relação ensino e aprendizagem na pirâmide acadêmica universitária, comparando a eficiência cognitiva de seus participantes com aquela de alunos não participantes, mas que conviveram no mesmo ambiente escolar, e aqueles de outro ambiente escolar que não mantinham aproximação de qualquer natureza.

A pesquisa de cunho quantitativo se propõe a uma abordagem descritiva e de interferência: descritiva, por ser uma estratégia básica que consiste em “esboçar” uma parte do todo e caracterizá-lo como amostragem representativa de sua forma e função relativa. Neste caso específico, o método de ensino e aprendizagem adotado no PAI; e de interferência, porque uma das variáveis interfere direta ou indiretamente na outra, neste estudo específico, verificou-se a possibilidade de o método de ensino aprendizagem adotado no PAI interferir no desempenho sociocognitivo dos alunos participantes do referido programa (VOLPATO, 2013).

A análise qualitativa da opinião e experiência dos egressos do programa procurou determinar a contribuição do PAI na experiência extraclasse e naquela relacionada à construção da personalidade e da autonomia crítica do aluno que teve contato com o MPMV do PAI.

2.2 INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS

Para a abordagem quantitativa, os instrumentos utilizados foram os testes neuropsicológicos: Mini Exame do Estado Mental (MEEM) e Teste de Aprendizagem Auditivo Verbal de Rey (RAVLT). Além desses, também foram utilizados dados de relatórios anuais de desempenho escolar por meio dos boletins captados junto à página da Secretaria de Estado de Educação (SEDUC), e a performance no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), para a qual extraiu-se o boletim de desempenho individual no ENEM da página do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Foram comparadas também as notas do ano de 2014, anterior ao ingresso do aluno no Programa. Para a abordagem qualitativa foi realizada a aplicação de questionários semiestruturados.

2.3 SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES E AMOSTRAGEM

A pesquisa foi dividida em duas etapas. Na primeira etapa, os participantes foram agrupados em três categorias de estudantes, são elas: Grupo Escola + PAI, Grupo Escola (Oriximiná) e Grupo Escola (Santarém), com número de 40 estudantes em cada grupo, contabilizando um total de 120 indivíduos selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão explicitados no Quadro 1.

Quadro 1 – Metodologia de seleção dos estudantes do ensino médio participantes da pesquisa.

Categoriais	Critérios de Inclusão	Critérios e Exclusão
Grupo Escola + PAI	Alunos do ensino médio público de Oriximiná-PA, que participaram do PAI no <i>Campus</i> da UFOPA em Oriximiná-PA;	Alunos do ensino médio privado de Oriximiná-PA; Alunos que não participaram do PAI no <i>Campus</i> da UFOPA em Oriximiná-PA.
Grupo Escola (Oriximiná)	Alunos que cursaram o ensino médio público nas mesmas turmas dos alunos PAI, mas que não participaram do referido programa.	Alunos do ensino médio das mesmas escolas dos alunos do PAI, em Oriximiná-PA, mas que não cursaram o ensino médio nas mesmas turmas que os alunos do PAI; Alunos do ensino médio de outras escolas do município de Oriximiná-PA.
Grupo Escola (Santarém)	Alunos que não participaram do PAI no <i>Campus</i> da UFOPA em Oriximiná-PA; Alunos que cursaram o ensino médio público em escola do município Santarém-PA, sem qualquer tipo de contato.	Alunos que não participaram do PAI, e cursaram o ensino médio em escola privada do município Santarém-PA, sem qualquer tipo de contato.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Nessa etapa da pesquisa, os participantes foram submetidos aos testes neuropsicológicos de rastreio cognitivo. Tais participantes constituíram-se de alunos de três escolas públicas do ensino médio, duas do município de Oriximiná-PA e uma escola do município de Santarém-PA. Com relação às instituições de Oriximiná-PA, ambas tiveram alguns de seus alunos participando do PAI (Grupo Escola + PAI), representando o Grupo Experimental da pesquisa. Contudo, nas duas escolas tiveram alunos que estudavam nas mesmas turmas dos alunos do PAI, mas que não participaram do programa pelo motivo de limite no número de vagas (Grupo Escola – Oriximiná-PA), representando o Grupo Controle.

Dessa forma, mesmo não tendo contato direto com o MPMV, esse grupo teve contato com os alunos PAI, o que poderia indicar algum tipo de influência no desempenho sociocognitivo dos mesmos. Baseado nisso, optou-se por inserir na análise um terceiro grupo de estudantes do ensino médio de uma instituição localizada no município de Santarém-PA, que não teve qualquer tipo de contato com os alunos participantes do PAI (Grupo Escola – Santarém), representando o Grupo Controle Neutro.

Assim, o número de estudantes que participaram desta primeira etapa do estudo foram 40 alunos do Ensino Médio de cada escola pública dos municípios de Oriximiná e Santarém, na faixa etária entre 15 a 18 anos de idade, totalizando 120 alunos. Sendo que o número de alunos do Grupo Escola + PAI foi determinado pelo número de alunos que participaram do programa nos três anos do estudo (2015 a 2017). Todos os estudantes foram selecionados unicamente pelo boletim escolar com nota mínima igual a 7.0, obtida em todas as matérias acumuladas no ano imediatamente anterior.

A segunda etapa da pesquisa consistiu da análise do desempenho na Escola e no Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM) entre 53 alunos do ensino médio de duas escolas públicas estaduais do município de Oriximiná, sendo 30 inscritos no PAI nos anos de 2015 e 2016 e 23 estudantes não participantes.

2.4 ANÁLISE DOS DADOS

Para a análise dos dados quantitativos foi utilizado a Análise de Variância-ANOVA 1 e 2 fatores, uma vez que testamos a média da diferença entre três amostras independentes. Os dados foram representados por média + EPM (n=40). O nível de significância para os testes estatísticos foi estabelecido em valores de $p < 0,05$. Os gráficos foram construídos utilizando o programa GraphPad Prism, versão 6.01, sendo os dados organizados no programa Excel 2019.

A pesquisa qualitativa usou como estratégia metodológica de análise do relato das experiências individuais vivenciadas ao longo de seu percurso no programa, essa pesquisa se caracterizou pela manifestação livre com relatos pessoais e induzidas por questionário por sequência lógica e direcionada de questões.

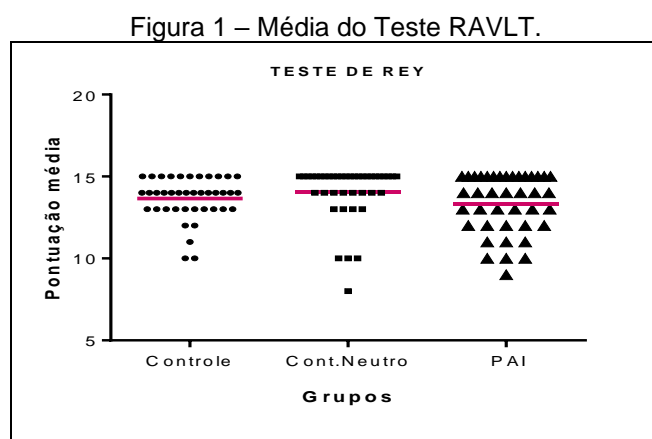
2.5 PRECEITOS ÉTICOS

Essa pesquisa está amparada nos preceitos éticos da Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde, a qual entre seus princípios destaca que a ética em pesquisas científicas, implicando o respeito pela dignidade humana e a proteção devida aos participantes de pesquisas que envolvem seres humanos. Além disso, este estudo foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Saúde da Universidade Federal do Pará, sob o parecer de número 3.052.402.

3 RESULTADOS

3.1 DESEMPENHO NOS TESTES NEUROPSICOLÓGICOS (TESTE DE REY E MEEM)

O Teste de Aprendizagem Auditivo Verbal de Rey foi utilizado para avaliar a capacidade de obtenção de informações, memória de curto prazo, bem como memória saudável dos participantes envolvidos nesta pesquisa. Pode-se verificar que não houve diferença significativa entre os três grupos analisados (Controle, Controle Neutro *versus* PAI), com $p=0,9288$, ficando a média dos grupos ficou equiparado em 14 e 15 pontos (Figura 1).



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

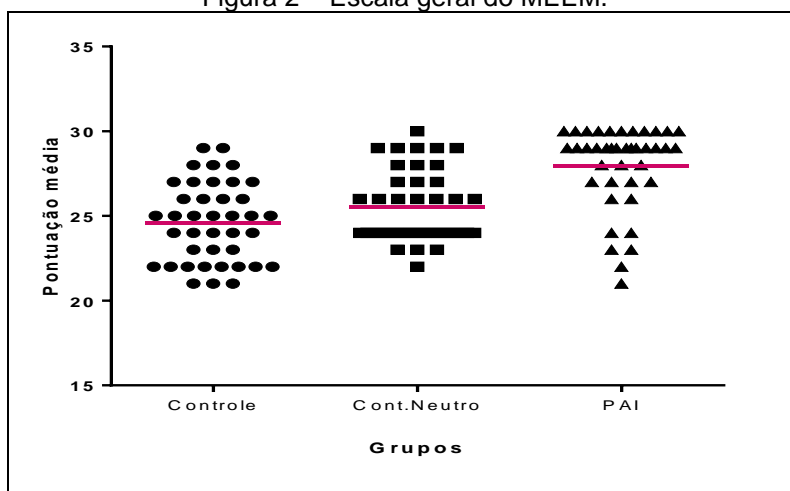
A Figura 1 evidencia que há um número extensivo de alunos PAI acima da média, contudo há um processo equânime entre os grupos estudados. Essa constatação pode confirmar que todos os participantes da pesquisa não

possuem déficits cognitivos comprometedores em seus aspectos neurofisiológicos e boa retenção de informações na memória de curto prazo.

Na escala geral do Mini Exame do Estado Mental de alunos do ensino médio participantes do PAI (Aluno PAI) e alunos do ensino médio não participantes do PAI (Grupos Controle/Controle Neutro) e mostrou estatisticamente significativo com $p=0,0001$. Analisando esses resultados, observou-se que na pontuação geral o grupo de alunos do ensino médio não participante do PAI (Grupos Controle e Controle Neutro) obtiveram menor desempenho em relação ao grupo de alunos do ensino médio participantes do PAI. Esses dados que representam diferença estatisticamente significativa de desempenho cognitivo de alunos PAI em relação aos grupos controle.

A média do grupo PAI ficou acima de 28 pontos, sendo que este grupo também apresentou maior número de alunos acima da média em relação aos grupos controle que mostraram uma menor performance com média abaixo de 25 pontos. Esse resultado permite inferir que o desempenho cognitivo dos alunos participantes do PAI no referido teste foi superior aos dos alunos dos grupos controle (Figura 2).

Figura 2 – Escala geral do MEEM.

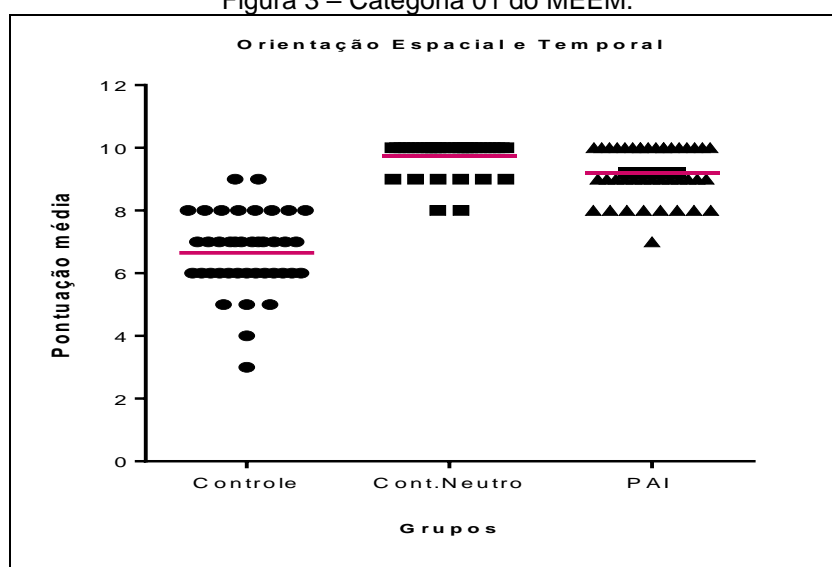


Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Na Categoria 01 do MEEM, que avalia orientação temporal e espacial dos participantes a partir de 10 questões. Essa primeira categoria demonstrou melhor desempenho dos alunos PAI em relação ao grupo controle. Em

porcentagem, foi possível verificar que as maiores pontuações considerando de 08 a 10 pontos, 65% de alunos PAI atingiram a referida pontuação, enquanto que os alunos do grupo controle, apenas 25% atingiram as maiores pontuações, o que revela menor desempenho do grupo controle. O grupo controle neutro apresentou nesse item média igual aos alunos PAI. Contudo, a análise estatística mostrou diferença significativa do grupo controle para o grupo de alunos PAI (Figura 3).

Figura 3 – Categoria 01 do MEEM.

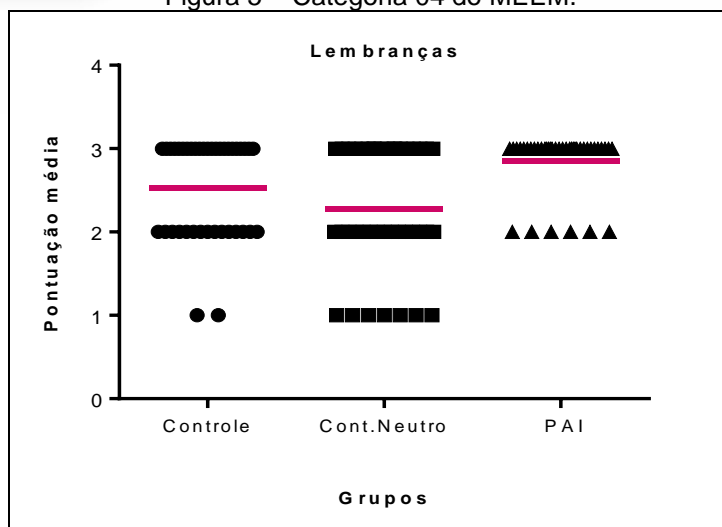


Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Na categoria 02 do MEEM, que trabalha memória de curto prazo por meio de registro de palavras. Os dados revelaram que tanto os alunos do grupo PAI quanto os alunos dos grupos controle e controle neutro alcançaram nota máxima, ou seja, mantiveram o mesmo *score*, por isso não foi apresentado aqui, tal gráfico.

Na categoria 03 do MEEM, que avalia a atenção e cálculo, os alunos do grupo PAI se sobressaíram em relação aos alunos dos grupos controle e controle neutro. Pode-se observar na Figura 4 que alunos do grupo controle neutro apresentaram média bem inferior ao grupo controle e alunos PAI. O teste utilizado apontou diferença significativa entre os grupos estudados, tanto diferença entre grupos controle e PAI e entre os próprios grupos controle ($p=0,0001$), mostrando entre esses últimos melhores performances cognitivas

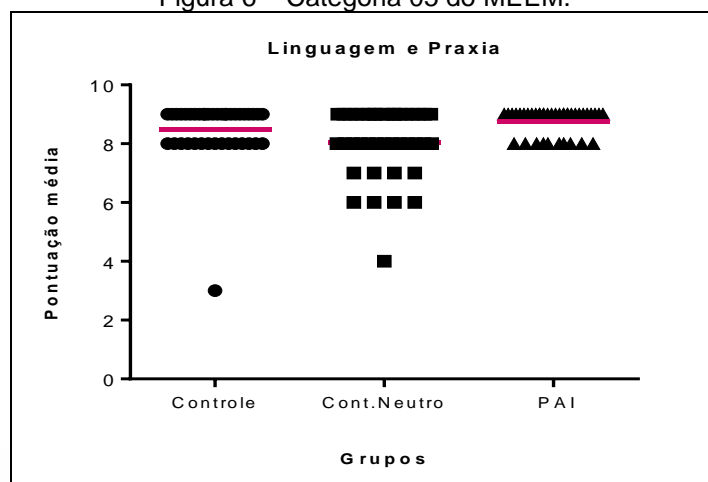
Figura 5 – Categoria 04 do MEEM.



Fonte: Elaborado do pelos autores (2024).

Na Categoria 05 do MEEM, que avalia a linguagem e praxia construtiva, 80% dos alunos do grupo PAI se destacaram com pontuação máxima em relação a 62,5% dos alunos do grupo controle, e os alunos do grupo controle neutro apresentou média bem abaixo. Os alunos do grupo controle neutro apresentou média bem abaixo com relação aos alunos controle e alunos PAI, mostrando diferença significativa de um grupo em relação ao outro no desempenho cognitivo ($p=0,0001$), com destaque de melhor desempenho cognitivo para alunos do grupo PAI (Figura 6).

Figura 6 – Categoria 05 do MEEM.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

3.2 DESEMPENHO ESCOLAR E NO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

Nesta etapa, pretendeu-se analisar se MPMV utilizado no PAI traria benefícios no desempenho escolar e no Exame Nacional do ensino Médio aos alunos participantes.

3.2.1 Análise de Desempenho Escolar de Alunos Participantes do PAI e Alunos não Participantes

No que se refere à disciplina Biologia, percebeu-se que no ano de 2014, antes do ingresso dos alunos no PAI, a mediana do grupo controle (6,70) foi maior que a dos alunos selecionados para participar do PAI (6,55). No ano de 2015, um ano após a participação no PAI, a mediana dos alunos PAI (6,90) se sobrepõe a do grupo controle (6,65), e, no ano seguinte (2016), após dois anos de participação no PAI, a mediana dos alunos continuou evoluindo, chegando a 7,40, enquanto que do grupo controle chegou a 7,0 (Figura 7A).

Na disciplina Química, o ano de 2014 evidenciou que a mediana do grupo de alunos selecionados para participar do PAI e o grupo controle foram praticamente a mesma (7,54 e 7,64, respectivamente). No ano de 2015, após um ano de participação no PAI a mediana dos participantes do programa (7,47) foi inferior à do grupo controle (7,96), e, no ano seguinte (2016), após dois anos no PAI, a mediana dos alunos participantes do PAI evoluiu comparada ao grupo controle (7,91 e 7,77, respectivamente) (Figura 7B).

Na Figura 7C que trata da disciplina Física, pode-se perceber que no ano de 2014, antes do ingresso dos alunos no PAI, a mediana do grupo participantes do PAI (7,98) foi maior que a do grupo controle (7,92). No ano de 2015, considerando a mediana, ocorreu a situação contrária, pois os alunos participantes do programa apresentaram um desempenho inferior (7,0) ao grupo controle (7,51) e, no ano seguinte (2016), após dois anos no PAI, a mediana dos alunos participantes (7,38) e do grupo controle (7,27) foi praticamente a mesma.

Na figura 7D que trata da disciplina Português, percebeu-se que no ano de 2014 e 2015, antes da participação no programa e após um ano de participação, a mediana seguiu a mesma disposição, já que nos dois anos os alunos participantes e não participantes do PAI apresentaram a mediana com

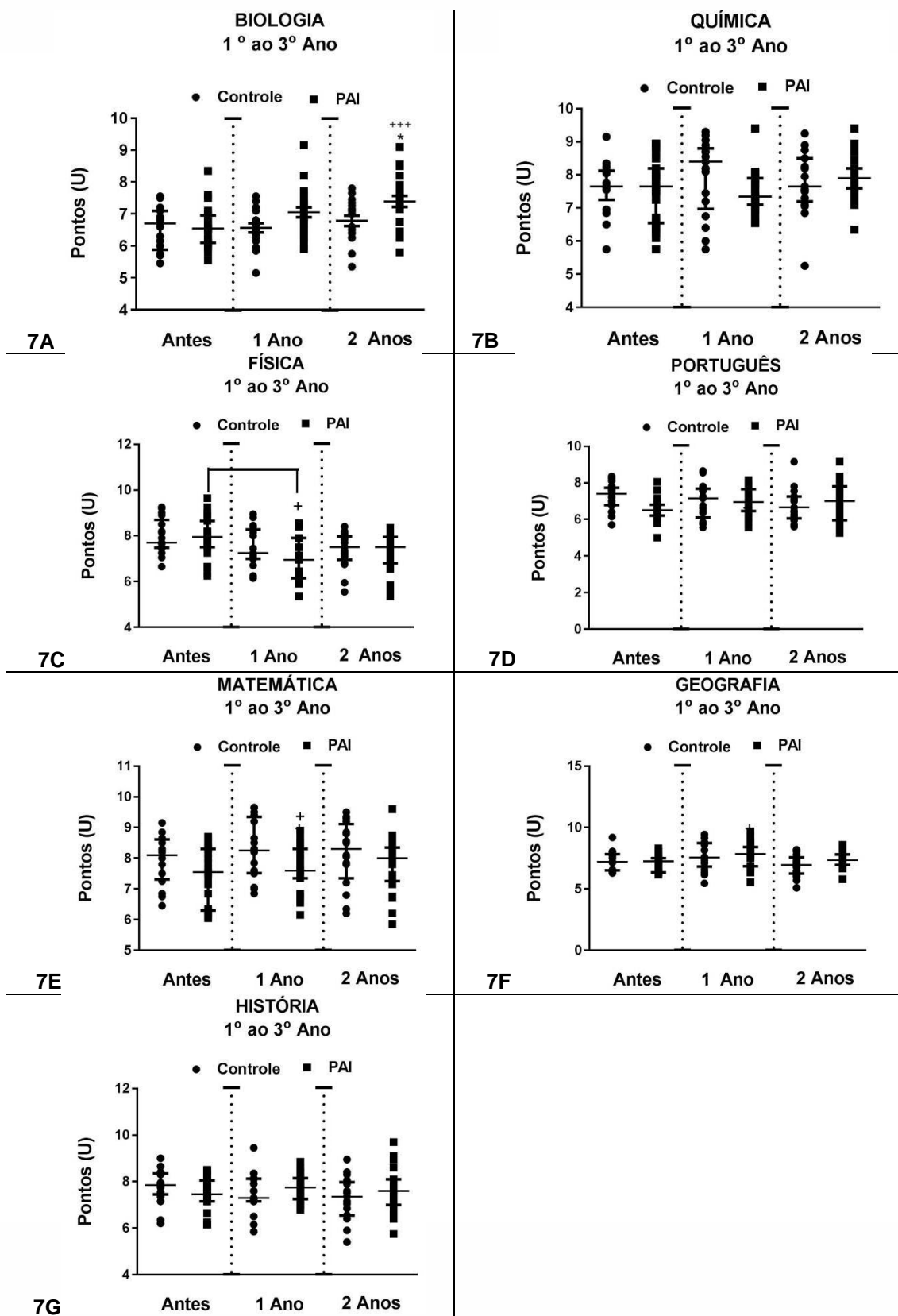
valor inferior (6,56 e 6,92) quando comparado ao grupo controle (7,24 e 6,99, respectivamente). No ano de 2016, foi possível observar que os alunos PAI após dois anos de participação no programa apresentaram um desempenho melhor (6,93) do que o grupo controle (6,77).

Com relação à disciplina Matemática, ocorreu situação semelhante nos anos 2014, 2015 e 2016. Antes da participação no programa, os alunos PAI apresentavam a mediana inferior (7,42) quando comparada ao grupo controle (7,91). Após um ano de participação no programa, em 2015, esse foi novamente inferior (7,69) à mediana do grupo controle (8,27), e isso continuou acontecendo em 2016, onde o grupo de alunos participantes do PAI, teve desempenho inferior (7,81) ao grupo controle (8,15) (Figura 7E).

No que se refere à disciplina Geografia, pode-se verificar que no ano de 2014, antes da participação no programa, tanto os alunos selecionados para participar do PAI, quanto os alunos do grupo controle apresentaram a mediana com valores semelhantes (7,07 e 7,29, respectivamente). Após um ano de participação no programa, pode-se observar que os alunos participantes do PAI apresentaram uma evolução em seu desempenho (7,76) comparado ao grupo controle (7,68), situação que se manteve no ano de 2016, onde os alunos participantes do PAI apresentaram desempenho superior (7,39) ao do grupo controle (6,89) (Figura 7E).

Na disciplina História, evidenciou-se que antes da participação no programa, os alunos selecionados para participar do PAI apresentavam desempenho inferior (7,43) ao do grupo controle (7,78), porém, após um ano de participação desses alunos no programa, no ano de 2015, a situação se inverteu, pois os alunos participantes do programa apresentaram desempenho superior (7,71) ao grupo controle (7,49), e essa mesma situação se repetiu após dois anos de participação, quando se comparou a evolução do aluno participante (7,67) ao grupo controle (7,26) (Figura 7G).

Figura 7 – Comparativo do desempenho escolar dos alunos participantes e não participantes do PAI.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

3.2.2 Análise de Desempenho no Exame Nacional do Ensino Médio de Alunos Participantes do PAI e Alunos Não Participantes

Na área de conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias, houve diferença significativa quando se comparou o ano de 2015 com o de 2016. Tanto em 2015 (diferença de 14,26) quanto em 2016 (diferença de 53,54), os alunos participantes do PAI apresentaram melhores desempenhos do que o grupo controle (Figura 8A).

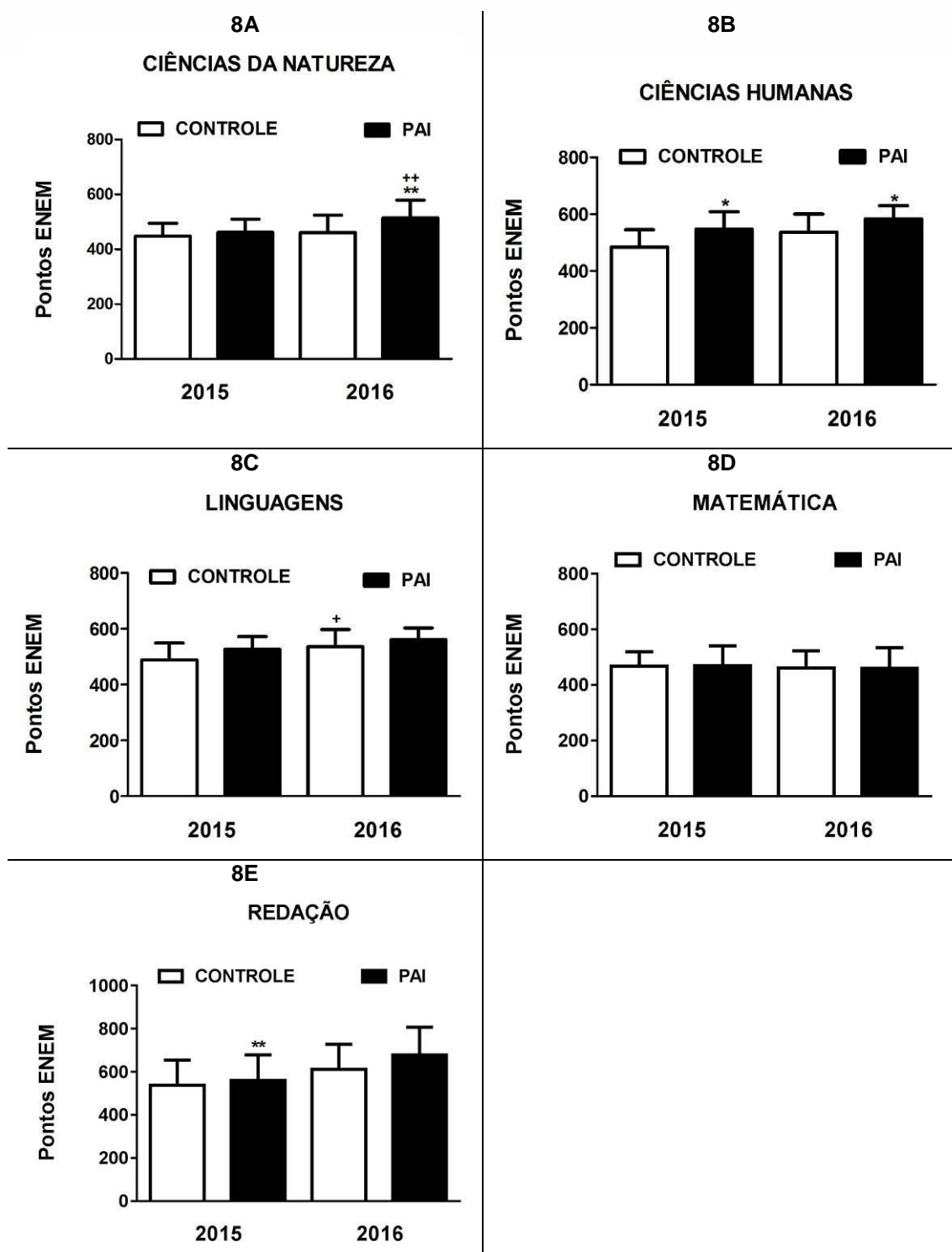
Com relação à área de conhecimento Ciências Humanas e suas Tecnologias, notou-se diferença significativa quando se comparou o grupo de alunos participantes do PAI, nos anos de 2015 e 2016. De tal maneira que, tanto 2015 (diferença de 57,36) quanto em 2016 (diferença de 47,3), os resultados dos alunos participantes do PAI são melhores que do grupo controle (Figura 8B).

No que se refere à área de conhecimento Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, percebeu-se que tanto em 2015 quanto em 2016 os resultados dos alunos participantes do PAI são melhores (diferença de 38,5 e 25,28, respectivamente) que do grupo controle (Figura 8C).

No que diz respeito à área de conhecimento Matemática e suas Tecnologias, observou-se que ambos os grupos obtiveram baixos resultados em Matemática, com queda de 5,75 pontos entre os anos 2015 para 2016 no grupo controle e 18,36 no grupo de alunos participantes do PAI (Figura 8D).

Em Redação houve diferença significativa quando se comparou o grupo de alunos participantes do PAI com o grupo controle. Os alunos participantes do PAI apresentaram um aumento expressivo na nota de Redação com relação ao grupo controle quando comparados os anos de 2015 e 2016 (aumento de 88,7 pontos), ao passo que a nota do grupo controle melhorou 52,12 pontos no mesmo período. Consequentemente, a diferença entre o participante do PAI e o grupo controle ficou em 30,1 pontos em 2015 para 66,75 pontos em 2016 (Figura 8E).

Figura 8 – Comparativo do desempenho no ENEM entre os alunos participantes e não participantes do PAI.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

4 DISCUSSÃO

Na análise do desempenho dos participantes nos testes neuropsicológicos, tem-se que alguns estudos em que se usou o RAVLT para verificar déficit cognitivo em idosos com início de Doença de Alzheimer (DA) e idosos saudáveis, foi possível perceber que o grupo na fase inicial da DA teve desempenho significativamente pior em todas as etapas do RAVLT, quando comparado ao grupo controle. Estudos como esses têm mostrado a utilidade e eficácia do RAVLT quando se trata de avaliação de memórias (Cotta *et al.*, 2011).

Em seu estudo, Cotta *et al.* (2011) analisou a validade do RAVLT em artigos científicos publicados no Brasil, e chegou à conclusão que trinta e sete artigos foram selecionados de acordo com a metodologia delineada, ou seja, usando o RAVLT como teste neuropsicológico para avaliar declínio cognitivo. Dezesete destes estudos avaliaram o papel do teste RAVLT na avaliação neuropsicológica das demências e sua eficácia na diferenciação de DA e no desenvolvimento normal, vinte estudos investigaram o desempenho de idosos “normais” no RAVLT ou o papel das variáveis etárias, escolaridade e gênero no desempenho no teste. Conclui-se que o RAVLT é um instrumento eficaz para auxiliar o diagnóstico diferencial entre envelhecimento normal e patológico. Esses estudos nos permitem inferir e reafirmar que os alunos PAI, bem como os alunos do grupo controle, possuem boa salubridade neuropsicológica, ponto essencial para avaliação neste estudo realizado.

Importante destacar que sendo o RAVLT um teste que avalia essencialmente memória de curto prazo, os grupos controles e PAI, se mantiveram em equilíbrio, sem diferenças significativas, sugerindo que quando esses jovens ou adultos são testados em aspectos cognitivos para a verificação da memória mais restrita, eles se mantem em igualdade de condições.

No que diz respeito ao MEEM, Lourenço e Veras (2006) apresentaram o impacto da escolaridade sobre os diferentes pontos de corte do instrumento. Em estudo conduzido com setenta e quatro idosos, foi possível observar significativa associação entre escolaridade e declínio cognitivo, constatando que idosos com um ano de estudo ou menos têm 3,83 vezes mais chances de ter declínio cognitivo do que os que têm de um a quatro anos de estudo.

O estudo realizado por Souza (2017) apontou que no ambiente ensino e aprendizagem do PAI, os alunos vivenciam situações que não lhes seria possível em um ambiente de ensino tradicional, sendo proporcionado aos participantes do programa observar e participar do fazer científico. Assim, os alunos PAI partilham de vários aspectos que permeiam este trabalho: a incerteza, a dúvida, a definição de um problema, a formulação da pergunta certa, a busca por novas soluções, o trabalho em equipe, o espírito crítico, o sucesso, a decepção, o começar de novo. Como afirmam os depoimentos abaixo:

“Um aspecto que acho importante, é a possibilidade de empregar os conhecimentos científicos que adquirimos ao longo da nossa vida escolar, em situações do nosso dia a dia, nos meios em que vivemos e nas nossas atividades cotidianas” (Aluno PAI 2).

“Chama atenção os seminários que assistimos dos alunos do PAI, apresentando seus trabalhos. Ai dá vontade né, de ser também aluno do PAI” (Aluno não PAI 10).

Ainda no mesmo estudo, Souza (2017) revelou que poucos alunos tinham contato com este modelo de ensino e aprendizagem antes de seu ingresso no programa. Talvez nenhum deles tenha tido um contato sistemático como o que ocorreu a partir da sua participação no PAI. Esse novo modelo motivou os alunos no gosto pelos estudos, favoreceu a disciplina adquirida por meio da leitura, fez com que se aprendesse a lidar com o desconhecido e a encontrar novos conhecimentos. As falas dos alunos são bastante reveladoras dessas questões:

“É um projeto que incentiva o aluno a estudar, a ter as melhores notas, que faz o aluno se sentir útil na sociedade considerando os projetos de pesquisa com temas atuais” (Aluno PAI 3).

“O projeto me fez estudar mais para me desenvolver tanto na escola como no PAI. Esse projeto foi um estímulo pra mim” (Aluno PAI 4).

“No PAI, tive acesso a conteúdos novos que me estimularam a gostar mais de estudar” (Aluno PAI 15).

“Além das aulas teóricas, nos encontros com explicações e conteúdos didáticos, tínhamos as experiências com aulas práticas” (Aluno PAI 9)

“Ao projeto de pesquisa que nos dava conhecimento muito além do que poderíamos ver em sala de aula, pois tínhamos aula prática, o que ajudava muito na compreensão da matéria” (Aluno PAI 5).

Os resultados apresentados pelo estudo de Souza (2017), sugerem que tais atividades podem ser o diferencial para que os alunos PAI, apresentassem menor déficit cognitivo no MEEM em relação aos alunos dos grupos Controle e Controle Neutro, uma vez que esse teste avalia para além da memória de curto prazo. A proposta do método MPMV do PAI é contribuir para a formação de alunos que saibam pensar, refletir, propor soluções para os problemas apresentados, tornando-se seres críticos e participativos, e a partir da própria experiência, construir o seu conhecimento, além de cooperar com os outros. São indivíduos com essas atitudes e habilidades que o mundo atualmente mais complexo exige.

Estudos apontam que em casos de declínio cognitivo, a memória temporo-espacial é uma das primeiras a ser prejudicada. O aprendizado e a memória são propriedades básicas do sistema nervoso e a literatura, já apontada na introdução deste texto, chama a atenção de que quanto maiores e significativos são os estímulos externos e/ou internos, melhor a ancoragem das informações e o desenvolvimento da memória. Com base nisso, pode-se inferir que os alunos PAI vêm fortalecendo suas redes neurais e sinapses com estímulos mais significativos, o que os faz ter mais habilidades em testes como o MEEM.

A pesquisa realizada por Dick (2015) sobre os itens avaliados no MEEM, apontou a categoria Atenção e Cálculo ou Sete Seriado como uma das mais difíceis no teste, levando a conclusão que esse item é o que fornece maior informação sobre os níveis cognitivos mais elevados, o que corrobora com os resultados do presente estudo, com destaque significativo para alunos do grupo PAI nesta categoria.

O item sete seriado apresentou, destacadamente, mais informação para a escala, particularmente na região acima do nível cognitivo zero, sendo um item importante na diferenciação entre indivíduos acima da média, ou menos debilitados cognitivamente (DICK, 2015). Interessante destacar que durante a aplicação do teste foi notória a melhor habilidade dos alunos PAI no sete seriado, o que permitiu inferir que essa categoria de fato avalia indivíduos com maior habilidade cognitiva. Vale destacar que até o presente momento, são poucos os

estudos que se propõe a avaliação cognitiva de alunos por meio do MEEM, o que torna a comparação dos resultados relativamente escassa, por isso nosso maior texto comparativo foi o estudo de Dick (2015) e Souza (2017).

O estudo feito por Lou *et al.* (2007) demonstrou que os itens do MEEM com maior dificuldade foi a orientação e sete seriados, o que difere dos resultados deste trabalho, pois os itens com maiores dificuldades aos participantes foram a atenção e cálculo e a linguagem e praxia. Essa diferença pode ser possível por se tratar de participantes jovens e adolescentes. Os índices educacionais nacionais e internacionais revelam que o Brasil e a região norte, bem como os municípios de Oriximiná e Santarém, apresentam desempenhos insatisfatórios nesses exames. Tais avaliações compreendem maior ênfase às áreas que envolvem as disciplinas de Matemática e Língua portuguesa, isso pode ser resultado de metodologias de ensino ainda muito tradicionais e que alunos envolvidos em metodologia mais ativas podem fazer a diferença.

Nessa linha de pensamento, destaca-se que no construtivismo, o conhecimento não é revelado, nem transmitido, mas edificado pelo próprio sujeito aprendiz. Na abordagem pedagógica do PAI, a relação do aluno da educação básica com outros componentes da pirâmide, como o docente pesquisador, mestrandos, doutorandos e graduandos, é fundamental na construção de conhecimentos, pois, como afirma Vygotsky, a relação com os mais velhos é uma poderosa força no desenvolvimento mental da criança. Por meio de diálogos entre pessoas e, mais enfaticamente, graças ao papel do professor (Monitor/PAI), os jovens passam a conhecer o mundo simbólico. Assim, no ensino de ciências, torna-se importante não só o contato com os objetos, mas também com os esquemas conceituais vigentes que lhes são apresentados pelo representante dessa ciência: o professor (monitor/PAI) (KRASILCHIK, 2011).

A vetorização do ensino de Biologia no PAI ocorre por meio dos seminários que acontecem nas escolas de educação básica, bem como na feira geral do PAI, que ocorrem na universidade, além dos diálogos estabelecidos entre os diversos grupos sociais do sujeito participante do programa. Mesmo partindo de epistemologias diversas, parece consenso que a educação científica

deve estar em conformidade com as necessidades sociais, contribuindo para que os indivíduos se desenvolvam e auto regulem suas aprendizagens (CANAVARRO, 1999).

Diante desse papel que deve cumprir a educação científica, reitera-se a importância dos processos cognitivos e metacognitivos na realização de uma aprendizagem com significado, pois, somente por meio dela os indivíduos poderão lançar mão de seus conhecimentos em benefício de sua própria vida e da vida em sociedade. Todas essas atividades são consideradas estímulos essenciais para o desempenho cognitivo dos alunos PAI.

Essas observações remetem à influência da visão construtivista no ensino de Ciências e, mais especificamente, ao processo de ensino e aprendizagem das Ciências, pois se centram predominantemente na construção de conhecimentos com significado, contextualizados, ensinados e aprendidos em um determinado contexto.

A inserção de alunos do Ensino Médio nas práticas científicas por meio da participação no PAI tem colaborado para que estes participantes construam uma visão mais ampliada de ciência, em comparação a outros que não tiveram a oportunidade de vivenciar discursos e práticas sobre ciência. Nesta perspectiva, a introdução de alunos das escolas públicas em atividades de pesquisa auxilia na formação de participantes críticos em relação ao processo de construção do conhecimento científico (SOUZA, 2017).

A ideia do PAI, por meio do MPMV, é promover uma iniciação científica voltada aos estudantes do ensino médio, com vistas à universidade, baseada no uso do método científico como alicerce estrutural, possibilitando ao aluno um ensaio prévio sobre o ensino que fará parte de um futuro próximo, fornecendo-lhes competências e habilidades para adquirir seus conhecimentos de forma mais autônoma. Dessa forma, o programa proporciona ao aluno do ensino médio a possibilidade de aprender, por seus próprios meios, facilitando com isso a aquisição de conhecimento/bagagem fundamental para o ingresso no ensino superior.

A análise dos testes de forma geral permite inferir que nos aspectos da cognição, como o raciocínio lógico e o pensamento mais autônomo, os alunos

PAI demonstraram vantagem sobre os alunos dos grupos controle, e quando se analisa a simples memorização, que é o mero processo de resgate da informação, os alunos do grupo controle levaram a mesma vantagem que o grupo PAI.

No que diz respeito à análise do desempenho dos alunos PAI no Exame Nacional do Ensino Médio, temos que, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº. 9394/96), no seu artigo 35, apresenta, dentre as finalidades do ensino médio, o desenvolvimento da autonomia intelectual do aluno e de seu pensamento crítico, sua preparação para o mundo do trabalho e o desenvolvimento de competências para continuar seu aprendizado (BRASIL, 1996).

Porém, sabe-se que a abordagem dos conteúdos voltados para o ensino médio acaba usando uma metodologia que resulta na memorização de conceitos ou etapas de processos, como se todos os fenômenos fossem idênticos, sem levar em consideração o contexto e particularidades envolvidas. Assim, fica evidente o fato de que a Biologia, por exemplo, mesmo fazendo parte do dia-a-dia das pessoas, a forma como ela é ensinada para o aluno de ensino médio faz com que tais alunos não consigam estabelecer o vínculo direto entre a disciplina e o seu cotidiano.

Segundo Silverthorn (2006), as constantes mudanças no processo ensino e aprendizagem geram frustrações, especialmente em alunos do ensino médio, uma vez que o conteúdo ensinado é distante de seus objetivos pessoais, causando desinteresse pelo conteúdo. Dessa forma, torna-se necessário diminuir a lacuna existente entre o currículo escolar e a expectativa dos alunos em aplicar os conhecimentos adquiridos na sua vida diária.

Os alunos de forma geral tendem a se sair melhor em questões sobre conceitos ou com múltipla escolha simples porque estão acostumados a decorar ao invés de pensar. Buscando encontrar saídas e fazer com que o professor conseguisse apresentar os conteúdos de forma a tornar o aluno apto para associar os conceitos repassados com a realidade, as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio (DCNEM) recomenda a interdisciplinaridade e a contextualização dos conteúdos trabalhados, de modo a colocar sempre o aluno

como o centro da sua própria aprendizagem, porém, fazer com que essas diretrizes se tornem realidade nas escolas e façam parte do projeto político pedagógico, exige uma organização maior, como: capacitação de docentes e gestores escolares, assim como o apoio contínuo às escolas.

Ainda que, posteriormente, as diretrizes tenham sido complementadas pelo Parâmetros Curriculares Nacionais, o que ainda se observa são pontos que, de fato, não fazem parte da realidade da maioria das escolas públicas brasileiras, o que acaba fazendo com que entre o documento proposto e a realidade vivenciada haja uma distância muito grande, refletindo-se diretamente no aprendizado do aluno de ensino médio que, por muitas vezes, não consegue contextualizar o que aprende, se limitando somente à memorização dos conceitos para alcançar determinada pontuação nas provas, seguindo a metodologia através da qual ele é avaliado e alcançando os resultados exibidos na Figura 7.

Desse modo, pode-se sugerir que a forma como o aluno participante do programa está sendo avaliado na escola não esteja refletindo, de fato, toda a sua capacidade, uma vez que o modelo de avaliação não explora todas as ferramentas cognitivas desse aluno, que aprende através da metodologia utilizada pelo programa, a ter autonomia para estudar, pois é instigado a isso, e passa a entender melhor não somente o conhecimento específico do que está fazendo, ou os conceitos, mas também a velocidade para compreender, se expressar melhor, sendo claro e objetivo, pontos que não são claramente avaliados no nosso sistema público de ensino.

O fato de os alunos apresentarem uma evolução gradual de desempenho na disciplina de Biologia, como observado na Figura 7A pode ser justificado levando em consideração que a base do Programa de Ação Interdisciplinar é a disciplina de Biologia, o que pode ter influenciado o aluno a focar mais diretamente nessa disciplina. Dessa forma, a iniciação científica pode ser considerada muito benéfica, a partir do momento que estimula o aluno a buscar respostas, colocando-o em contato com a pesquisa (dentro e fora do laboratório), e tudo isso pode estar contribuindo não somente na vida escolar, como também no futuro profissional desse aluno.

Sobre isso, Portilho e Almeida (2008) afirmam que a pesquisa é um relevante instrumento metodológico de ensino e aprendizagem, sendo que, por meio dela é possível desenvolver ações que levem à interdisciplinaridade, palavra de ordem no atual contexto educacional. Sua utilização induz ao desenvolvimento de competências e habilidades indispensáveis à formação do educando. Sua prática permite que o aluno aprenda ao transformar informação em conhecimento. Ainda nesse contexto, Demo (2003, p. 78) assegura que a pesquisa é um princípio educativo e pode ser um dos caminhos mais vantajosos para se chegar “a aprender a aprender”.

O enfoque maior na disciplina de Biologia pode estar associado aos resultados obtidos nas disciplinas de Química e Física (Figuras 7B e 7C, respectivamente), pois, ao focalizar mais na disciplina de Biologia, pode fazer com que esse aluno deixe as duas outras disciplinas mais “de lado”. Sugere-se também que a forma de avaliação realizada pela escola possa ser um fator que explique as ocorrências nas duas mesmas disciplinas já citadas, nas quais os participantes do programa parecem não ter uma diferença muito grande, quando comparados ao desempenho do grupo controle, ou mesmo fazendo com que o grupo controle se sobressaia ao grupo de alunos participantes.

Um ponto importante que deve ser abordado é a questão de haver também um aumento gradativo de notas entre os alunos não-participantes nas disciplinas Matemática e Física em comparação aos participantes do PAI. Para compreensão deste resultado, pode-se considerar que o fato de ter alunos participando de um programa de iniciação científica que usa como critério para ingresso a nota do aluno, pode ter despertado nos alunos não-participantes a vontade de também participar do PAI, o que levou esses mesmos alunos a se dedicarem mais aos estudos, conseguirem uma performance melhor e aumentarem suas notas.

Pode-se perceber nos desempenhos dos alunos participantes que a metodologia utilizada no programa é vantajosa, pois ela já inicia explorando a curiosidade do aluno como ponto de partida para que o mesmo busque suas próprias respostas para problemas cotidianos. Para Beauclair (2007) é a curiosidade que faz, refaz, constrói e reconstrói o conhecimento, o deixando em

permanente movimento. A pesquisa, como princípio educativo, fornece inúmeras possibilidades de formação humana. O mesmo autor ainda destaca que uma das mais prementes necessidades educacionais contemporâneas é formar participantes aprendentes, capazes de aprender de modo criativo, contínuo, crítico e autônomo, situações que são propiciadas durante a vivência do aluno no programa.

A decisão de utilizar a Prova do Enem como parâmetro justificou-se pelo fato de ser uma avaliação a nível nacional, utilizada por diversas universidades, sejam públicas ou privadas, para ingresso em cursos de graduação. Além de que, o exame vem sendo considerado peça importante para a aferição de competências dos egressos do ensino médio.

Analisando as particularidades das questões do ENEM, percebeu-se o enfoque na capacidade de raciocínio do aluno. De acordo com Vianna (2003), o candidato deve centrar-se na interpretação, ao invés de preocupar-se com conceitos e/ou procedimentos aprendidos, de acordo com as informações disponibilizadas dentro da situação-problema. Nesse sentido, o exame pretende averiguar se o aluno concluinte do ensino médio é capaz de raciocinar de forma abstrata, pensar e aplicar seu conhecimento, assim como avaliar se o ensino brasileiro tem propiciado uma formação capaz de alcançar tal objetivo.

Uma das características do ENEM está na valorização da interpretação de informações disponíveis nas questões por meio do raciocínio lógico, o fornecimento nas questões da maioria das informações necessárias à resolução do problema proposto diferentemente das avaliações tradicionais que induzem o aluno a aplicar conhecimentos e procedimentos memorizados. Uma segunda característica do ENEM refere-se à utilização de situações-problema contextualizadas onde o conhecimento adquirido deve ser usado como instrumento para a resolução de um problema da experiência cotidiana. Já nas avaliações tradicionais, as questões são referentes a conceitos e as perguntas são diretas, não envolvem situações cotidianas, por exemplo. A terceira característica é a interdisciplinaridade, a maioria das questões propostas exige conhecimentos de mais de uma disciplina para a sua correta resolução (PRIMI *et al.*, 2001).

No entanto, é um pouco contraditório que a escola valorize o resultado de seus alunos no exame e ao mesmo tempo possua um método de ensino que não favoreça os princípios norteadores do próprio ENEM: foco raciocínio e na capacidade de pensar. Considerando que o ensino é basicamente constituído por um sistema de disciplinas, a contextualização utilizada pelo ENEM é desafiadora para grande parte das escolas, visto que as questões trabalham especificidades e avaliam a compreensão de conteúdos amplos que integram o contexto do aluno.

Nesse cenário, o PAI parece ser o diferencial, já que utiliza uma metodologia diferente daquela usada na escola, e que acaba contribuindo com o desempenho do aluno no ENEM. Nas questões do exame, o candidato deve atentar à compreensão do problema e relacionar os subsídios para a resolução da questão, os quais já estão disponibilizados dentro do problema. Características estas, que são trabalhadas com os alunos durante a participação no PAI, e isso certamente contribuiu para o que ocorreu com o desempenho dos alunos no ano de 2015, primeiro ano de participação dos alunos no PAI, pois os resultados evidenciaram uma melhoria considerável nas notas desses estudantes.

Quando se comparou a média dos alunos participantes do PAI foi possível identificar dados indicativos da contribuição positiva do programa no desempenho dos alunos participantes do ENEM 2015, pois dentre as cinco grandes áreas do conhecimento, com exceção de apenas uma (Ciências da Natureza), os alunos apresentaram média maior que a média nacional (Tabela 1). Outro fator interessante foi quando se comparou os alunos participantes com o grupo controle, a média apresentada também se sobrepõe (Figura 8).

Vale ressaltar que no ano de 2015, esses alunos participantes do PAI ainda estavam cursando o 2º ano do ensino médio, o que pode fazer com que esse aluno não esteja completamente preparado, haja visto que ele ainda não viu na escola todo o conteúdo abordado na prova. Contudo, pode-se sugerir que a metodologia utilizada no programa esteja fazendo com que esse aluno “aprenda a aprender” e, a partir disso, o aluno começa a se tornar um sujeito mais autônomo, que busca

respostas, que ler mais, que se questiona mais, agrega cada vez mais conhecimento, e assim, consegue obter esse melhores desempenhos.

Tabela 1 – Comparativo entre média do grupo controle, participante do PAI e média nacional nas áreas de conhecimento do ENEM para o ano 2015.

	CIÊNCIAS DA NATUREZA	CIÊNCIAS HUMANAS	LINGUAGENS	MATEMÁTICA	REDAÇÃO
MÉDIA CONTROLE	447,70	527	488,55	466,68	559,13
MÉDIA PAI	461,96	584,36	526,60	468,43	589,23
MÉDIA NACIONAL	478,8	558,1	505,3	467,9	543

Fonte: Elaborado pelos autores (2024) com consulta no *site* do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2015).

Em 2016, no segundo ano de atuação dos alunos no PAI, se tornou ainda mais evidente o impacto positivo do programa no desempenho médio dos estudantes na maioria das áreas de conhecimento do ENEM, quando comparados com ao grupo controle (Figura 8). A redação, por exemplo, merece destaque, pois, a média dos alunos participantes foi maior que a média nacional. Complementando positivamente esse resultado, a superação da média nacional ocorreu também em três áreas (Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Linguagens), apenas em matemática não houve essa superação da média nacional (Tabela 2).

Tabela 2 – Comparativo entre média do grupo controle, participante do PAI e média nacional nas áreas de conhecimento do ENEM para o ano 2016.

	CIÊNCIAS DA NATUREZA	CIÊNCIAS HUMANAS	LINGUAGENS	MATEMÁTICA	REDAÇÃO
MÉDIA CONTROLE	460,88	536,38	535,79	460,93	611,25
MÉDIA PAI	514,42	583,68	561,07	450,07	678
MÉDIA NACIONAL	477,10	533,50	520,50	489,50	501-600

Fonte: Elaborado pelos autores (2024) com consulta no *site* do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2026).

Na redação, as notas dos alunos participantes do PAI estavam acima da média nacional, isso pode ser explicado pela participação no programa, uma vez que o aluno PAI praticou bastante a leitura para conseguir discutir dentro do grupo, artigos ou qualquer outro texto lido, o que fez com que esse aluno

desenvolvesse habilidades de raciocinar, argumentar e estabelecer pensamentos críticos sobre determinado assunto, e esses fatores certamente tendem a contribuir no momento de desenvolver a sua redação no Enem.

Nesse assunto, Castro e Tiezzi (2005) mencionam que a premissa do ENEM é destacar a necessidade de um ensino com conteúdos mais elaborados e direcionados que permitam o raciocínio, a capacidade de aprender a aprender e a utilização interdisciplinar do conhecimento adquirido, tanto visando o ensino superior e a introdução ao mercado de trabalho.

A partir dos resultados, pode-se sugerir que o PAI conseguiu influenciar num melhor desempenho dos alunos no processo de aprendizagem, haja visto que o programa capacita o aluno para a resolução de problemas de maneira independente de modo a utilizar o conhecimento científico dentro das competências e habilidades que são articuladas no ENEM. No entanto, cabe ressaltar que o programa não tem como intuito primordial promover o reforço escolar, mas propiciar um novo método de ensino e aprendizagem de educação científica passível de contribuir para que o aluno melhorasse a sua performance no ENEM comparando-se aos alunos que não participaram do programa.

A melhora na qualidade da educação é uma consequência natural da atuação do PAI, porém cabe a parceria com instituições públicas e privadas de modo a alcançar mais estudantes e criar neles, uma visão diferenciada sobre a educação, não apenas utilizando a Biologia como base, mas também as demais Ciências, criando um diálogo interdisciplinar entre a teoria e a realidade que se encontra o estudante.

Entretanto, deve-se considerar também que esses resultados são apenas indícios de que o PAI pode contribuir para melhorar o desempenho escolar dos alunos, pois outros fatores devem ser considerados nas futuras investigações, tais como metodologia de ensino utilizada na escola, características das turmas e outros recursos didáticos utilizados nas salas de aulas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo apresentou a hipótese de que métodos de ensino e aprendizagem fundamentados em metodologias participativas, como o Método

Piramidal Multivetorial utilizada com alunos do PAI, desempenham melhor eficácia na avaliação cognitiva desses participantes do que outros métodos que ainda se fundamentam no tradicionalismo. A partir dos resultados obtidos, concluiu-se que: o método de ensino aprendizagem utilizado no PAI (MPMV) é um método inovador de construção de conhecimento, embasado em metodologias participativas, como a aprendizagem baseada em problemas, que envolve alunos do ensino médio e fundamental de forma precoce aos fundamentos do método científico e que constrói a performance cognitiva por meio da aprendizagem colaborativa entre os diversos membros da pirâmide acadêmica de conhecimento.

Os testes cognitivos apontaram que os participantes da pesquisa possuem boa capacidade mnemônica e equilíbrio quando se trata apenas de memória de curto prazo como revelou resultado do Teste de Aprendizagem Auditivo Verbal de Rey. Na questão avaliação cognitiva, o teste MEEM, aplicado aos participantes, revelou melhor desempenho cognitivo para os alunos PAI em relação aos dois grupos controle. Nos itens lembranças, atenção e cálculo, memória de evocação, linguagem e praxia, os alunos do grupo PAI se sobressaíram na pontuação de forma significativa sobre os alunos dos grupos controle, ou seja, também apresentaram melhor desempenho, destacando mais uma vez que esses itens são os mais influenciados pelo processo educativo, além de que são os itens que segundo a literatura avaliam melhor a cognição.

Assim, a iniciação científica no ensino médio aos moldes do PAI apresenta-se como uma estratégia aplicável no currículo escolar atual, visando à formação de um futuro graduando de qualidade e com raciocínio crítico, tornando o ensino mais motivador tanto para o aluno quanto para os professores, gerando novas perspectivas para o ensino como um todo.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional**. Brasília: Líberlivros, 2005. p. 7-70.

BEAUCLAIR, J. "Óia Procê Vê": realidade, conhecimento e aprendizagem no século XXI. **Revista Científica Aprender**. Disponível em: <<http://revista.fundacaoaprender.org.br/?p=9>>. Acesso em: 29 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível também em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 29 out. 2022.

CANAVARRO, José Manuel Portocarrero. **Ciência e sociedade**. Coimbra: Editora Quarteto, 1999.

CASTRO, L. M. C. A universidade, a extensão universitária e a produção de conhecimentos emancipadores. In: Reunião Anual da ANPED. 27. Caxambu, 2004. **Anais**. Caxambu: ANPEd, 2004.

CASTRO, Maria H. G. D.; TIEZZI, Sérgio. A reforma do ensino médio e a implantação do Enem no BRASIL. In: SCHWARTZMAN, S.; BROCK, C. **Desafios da educação no Brasil**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2005, p. 318.

COTTA, M. F.; MALLOY-DINIZ, L. F.; ROCHA, F. L.; BICALHO, M. A. C.; NICOLATO, R.; MORAES, E. N.; PAULA, J. J. Validade discriminante do Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey: comparação entre idosos normais e idosos na fase inicial da doença de Alzheimer. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 60, n. 4, p. 253-258, 2011.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 6. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2003.

DICK, Paulo César. **Considerações sobre os itens do mini-exame do estado mental para população de idosos assistida pelo programa Saúde da Família**. 2015. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca – ENSP. Ministério da Saúde, 2015.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação**. 5. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2010.

KRASILCHIK, M. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Revista Em Aberto**, Brasília, ano 11, n. 55, p. 4-8, jul./set., 1992.

LIBERAL, S. S.; PICANÇO DINIZ, D. L. W. **Universidade Pública: a experiência inovadora de Oriximiná**. Relatório de Gestão do Campus Universitário de Oriximiná – 2005 a 2013. Oriximiná-PA, 2014.

LOU, Meei-Fang et al. Identifying the most efficient items from the Mini-Mental State Examination for cognitive function assessment in older Taiwanese patients. **Journal of Clinical Nursing**, v. 16, n. 3, p. 502-508, 2007.

LOURENÇO, R. A.; VERAS, R. P. Mini-Exame do Estado Mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 712-719, 2006.

MORAN, José Manuel. Novos modelos de sala de aula. **Revista Educatrix**, n. 7, Moderna, p. 33-37. Disponível em: <<https://educatrix.moderna.com.br/>>. Acesso em: 29 out. 2022.

PORTILHO, E.; ALMEIDA, S. Avaliando a aprendizagem e o ensino com pesquisa no Ensino Médio. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**. Rio de Janeiro: Scielo, v.16, n. 60, jul./set., 2008.

PRIMI, R.; SANTOS, A. A.; VENDRAMINI, C. M. *et al.* Competências e Habilidades Cognitivas: Diferentes Definições dos Mesmos Construtos. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. São Paulo, v. 17, n. 2, pp. 151-159, 2001.

SILVERTHORN, D. U. Teaching and learning in the interactive classroom. **Advances in Physiology Education**, v. 30, n. 4, p. 135-140, 2006.

SOUZA, Leandro Nicolino de. **Inserção da iniciação científica em nível escolar na base da pirâmide de formação acadêmica universitária**: um sistema multivetorial de educação em ciência e tecnologia. 92f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Biociências) – Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Oriximiná-Pará, 2017.

VIANNA, Heraldo Marelím. **Avaliações em Debate**: SAEB, ENEM, Provão. Brasília: Plano, 2003.

VOLPATO, Gilson Luiz. **Ciência**: da filosofia à publicação. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.

YIN. Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3. ed., Porto Alegre: Bookman, 2005.