



**UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO**

DECON – DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

BACHARELADO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

**Efeito da Olimpíada de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) e das
redes de amizade em atividades acadêmicas nas escolas públicas do Recife**

Vitor Henrique Gomes do Nascimento

Recife/PE

2021



DECON – DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

BACHARELADO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Efeito da Olimpíada de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) e das redes de amizade em atividades acadêmicas nas escolas públicas do Recife

Vitor Henrique Gomes do Nascimento

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientadora: Prof. Dra. Sônia Maria Fonseca Pereira Oliveira Gomes.

Coorientadora: Dra. Isabel Pessoa de Arruda Raposo

Recife/PE

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

n244e

Nascimento, Vitor Henrique Gomes do
Efeito da Olimpíada de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) e das redes de amizade em atividades acadêmicas nas escolas públicas do Recife / Vitor Henrique Gomes do Nascimento. - 2021.
25 f.

Orientadora: Sonia Maria Fonseca Pereira Oliveira Gomes.
Coorientadora: Isabel Pessoa de Arruda Raposo.
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Ciências Econômicas, Recife, 2021.

1. avaliação de impacto. 2. motivação escolar. 3. competições escolares. 4. efeito dos pares. I. Gomes, Sonia Maria Fonseca Pereira Oliveira, orient. II. Raposo, Isabel Pessoa de Arruda, coorient. III. Título

CDD 330



**DECON – DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
BACHARELADO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

Efeito da Olimpíada de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) e das redes de amizade em atividades acadêmicas nas escolas públicas do Recife

Vitor Henrique Gomes do Nascimento

Monografia submetida ao corpo docente do Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco e aprovada na data a seguir:

Recife, ____ de _____ de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Sônia Maria Fonseca Pereira Oliveira Gomes (Orientadora)

Assinatura: _____ Nota: _____

Pesquisadora Dra. Isabel Pessoa de Arruda Raposo (Coorientadora)

Assinatura: _____ Nota: _____

Prof. Dr. Luiz Rodrigues Kehrlé

Assinatura: _____ Nota: _____

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha orientadora, Prof. Dra. Sónia Maria Gomes, por toda sua ajuda durante esses cinco anos de graduação e por aceitar tão prontamente me orientar em uma metodologia que foge um pouco à sua zona de conforto. Gostaria de agradecer também à coorientadora deste trabalho, Dra. Isabel Pessoa A. Raposo, por ter me dado a chance de ingressar na iniciação científica como seu orientando no ano de 2019, esse TCC não teria sido possível sem tudo o que eu aprendi na Fundação Joaquim Nabuco. Por fim, gostaria de agradecer à Prof. Dra. Tatiane Almeida de Menezes e a todo seu grupo de orientandos, em especial Andrewen Santos Bezerra por todas as valiosas contribuições dadas nas reuniões.

Sumário

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	7
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1. Estudos sobre o efeito da OBMEP nos resultados educacionais	10
2.2. <i>Peer Effect</i> (Efeito dos pares).....	12
CAPÍTULO 3 – Contexto institucional da OBMEP	14
CAPÍTULO 4 – METODOLÓGIA	15
4.1. Base de dados.....	15
4.2. Modelo Empírico	17
CAPÍTULO 5 - RESULTADOS	20
CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS	25

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi analisar o efeito que a existência de um vínculo de amizade com um aluno classificado para a segunda da OBMEP tem sobre algumas variáveis educacionais. Foi utilizado o método de *diferenças em diferenças*, assim como o modelo de *pareamento por escore de propensão*, para analisar um conjunto de dados em painel colhidos na *Pesquisa Acompanhamento Longitudinal do Desempenho Escolar de Alunos da Rede Pública de Ensino Fundamental do Recife (FUNDAJ, 2018)*. Foi encontrado que possuir vínculo de amizade com um aluno participante da segunda fase da OBMEP, aumenta a frequência de estudo do estudante, aumenta a frequência com a qual esse aluno realiza as atividades de matemática, assim como diminui o número de faltas escolares do estudante. O resultado sugere a existência de externalidades positivas da OBMEP sobre o ensino da matemática, dado que afeta variáveis comportamentais que mantêm uma relação indireta com o aprendizado e com o desempenho escolar.

Palavras-chave: avaliação de impacto; motivação escolar, competições escolares, efeito dos pares.

ABSTRACT: The Brazilian Public School Math Olympics (*Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas*, or OBMEP) is a competition that has held yearly since 2005, with the goal of identifying talented students and to improve basic education. In this paper we use longitudinal data to evaluate the OBMEP'S impact on the amount of hours that students report to have dedicated to studying, how often they have been absent from class, and how often they answer their mathematics homework. We use a difference in differences approach combined with propensity score analysis, the results shows that proximity to a participant in OBMEP's later phase causes a statistically significant increase on the amount of hours students dedicate to study and on how often they answer their homeworks, it also shows a decrease in how often students are absent from class.

Keywords: impact evaluation, school motivation, school competitions, peer-effect.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

É consenso na literatura que a educação está na base de desenvolvimento de qualquer país e sua influência se desdobra diretamente nos seus indicadores sociais. Além dos conhecimentos técnicos, a educação contribui para a formação cidadã dos indivíduos. No Brasil, a educação básica orientada pela Base Nacional Comum Curricular – BNCC¹ pretende, entre diversos objetivos, proporcionar aos alunos meios para que tenham conhecimento dos seus direitos e responsabilidades; que possam desenvolver aptidões para tomada de decisões; que possam refletir sobre situações concretas e identificar valores significativos para si e para o coletivo; que venham a desenvolver competências socioemocionais auxiliares na construção de relações sociais saudáveis.

Tal relevância justifica a preocupação dos planejadores centrais com sua universalização e melhoria constantes. Nesta ótica, os planos educacionais elaborados pelos três entes federativos, a partir de diagnósticos sobre a realidade educacional, são primordiais para o alcance dos objetivos preconizados. E neste âmbito, a avaliação através de testes de proficiência ocupa papel de destaque e torna-se importante instrumento no fornecimento de informações necessárias para orientar ou reorientar as ações governamentais.

Entre vários testes aplicados no país, destaca-se a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), que é um programa que engloba estudantes do 6.º ao 9.º ano do ensino fundamental e de todo o ensino médio, avaliando o conhecimento destes em matemática, dividindo-os em três diferentes níveis a depender da sua série. O programa foi criado em 2005 pelo Ministério da Educação e Ministério de Ciência e tecnologia, em parceria com o Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) e a Sociedade Brasileira de Matemática. A OBMEP tem como objetivos promover o estudo da matemática, descobrir novos talentos, e facilitar a melhoria da qualidade da Educação Básica, dentre outros.

A literatura existente sobre a OBMEP aponta para a existência de externalidades positivas da olimpíada sobre o resultado dos alunos em testes (inter)nacionais como a Prova Brasil², o ENEM³ e o PISA⁴. Como foi mostrado por Biondi et al. (2012), o desempenho de

¹ <https://sae.digital/bncc-base-nacional-comum-curricular/>.

² A Prova Brasil é uma avaliação, desenvolvida pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep/MEC), com o objetivo de avaliar a qualidade do ensino oferecido pelo sistema educacional brasileiro a partir de testes padronizados e questionários socioeconômicos, aplicados na quarta e oitava séries (quinto e nono anos) do ensino fundamental.

³ Exame Nacional do Ensino Médio cujo objetivo é avaliar as habilidades gerais dos alunos que concluíram ou estão concluindo o ensino médio.

um aluno que estuda em uma escola que participou da OBMEP aumenta em média 1,91 pontos nas provas de matemática aplicadas pela escola, quando comparados aos alunos de escolas que não participaram. Essa mesma dinâmica de maiores notas para alunos participantes da OBMEP se mantém no caso da Prova Brasil, do ENEM e do PISA (SOARES; LEO; SOARES, 2014).

Esses resultados são relevantes, pois mostram que os benefícios sociais gerados pela OBMEP se estendem para além do período em que o aluno participa da olimpíada e tem o potencial de afetar os alunos que não foram premiados. Em momentos como o atual onde devido ao alto endividamento público, alguns setores da sociedade defendem uma diminuição do investimento em educação, é crucial que políticas públicas como a OBMEP sejam avaliadas para que se possa justificar a manutenção destas políticas.

Diante disso, objetivo desta monografia é investigar a existência de externalidades positivas associadas à participação de uma turma na OBMEP, mais especificamente, desejamos determinar se um aluno que se classificou para a segunda fase da olimpíada consegue afetar, através de um efeito motivador, algumas variáveis educacionais de seus amigos mais próximos⁵. Para isso, são utilizados os dados obtidos na pesquisa *Acompanhamento Longitudinal do Desempenho Escolar de Alunos da Rede Pública de Ensino Fundamental do Recife*, Fundaj (2018). Nessa pesquisa, alunos das escolas públicas da Região Metropolitana do Recife responderam a questionários e participaram de provas de português e de matemática em 2017 (quando cursavam o 6.º ano do ensino fundamental) e em 2018 (quando os mesmos alunos cursavam o 7.º ano).

A utilização do painel da pesquisa Fundaj é essencial para esse trabalho, pois o momento na vida escolar dos estudantes da pesquisa Fundaj (6.º e 7.º ano do fundamental) coincide com a participação desses alunos na OBMEP nível 1, desta forma, há informações sobre os estudantes no 6.º ano antes deles terem participado da OBMEP e no 7.º ano após a participação na olimpíada⁶. Outra informação crucial desse banco de dados, diz respeito às estruturas de amizades dentro de sala de aula. Foi pedido para que cada aluno identificasse até cinco de seus melhores amigos, de modo que é possível gerar matrizes de relacionamento para as turmas estudadas na pesquisa Fundaj.

⁴ Programa Internacional de Avaliação de Estudantes.

⁵ As variáveis estudadas foram “Frequência de estudo”, “Número de faltas”, “Aluno faz o dever de matemática”.

⁶ Até o ano de 2018, a OBMEP era dividida em três níveis, no nível 1 participam alunos do 6.º ou 7.º ano, no nível 2 participam alunos do 8.º ou 9.º ano e no nível 3 participam alunos de todo o ensino médio.

O trabalho está organizado da seguinte forma, no Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica que respalda o presente estudo, apresentando a literatura referente ao efeito da OBMEP sobre resultados educacionais, bem como, os achados bibliográficos sobre o efeito dos pares. O Capítulo 3 descreve a estrutura da OBMEP, e o capítulo seguinte a metodologia onde são apresentados a base de dados da pesquisa Fundaj (2018), assim como o modelo empírico utilizado na estimação dos resultados. No Capítulo 5 são apresentados os resultados obtidos, e por fim, o Capítulo 6 apresenta as considerações finais.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Estudos sobre o efeito da OBMEP nos resultados educacionais

Existe na literatura sobre olimpíadas escolares, resultados que mostram efeitos positivos trazidos pela OBMEP para o ensino da matemática nas escolas públicas, demonstrando seu valor como uma eficaz política pública educacional. Biondi, Vasconcellos e Menezes-Filho (2012) analisaram uma amostra de 24.459 escolas públicas em todo o país, observando seu desempenho médio no teste de matemática da Prova Brasil. E a partir da técnica de *diferenças em diferenças*, concluíram que os alunos que participaram da OBMEP no ano de 2007 pontuaram em média 1,91 ponto a mais que os alunos não participantes (independente de quantas vezes a escola tenha participado da olimpíada no passado).

Conseguiram também mostrar que, o número de participações da escola na OBMEP influencia a magnitude do efeito positivo na nota. Enquanto o desempenho médio das escolas que participaram duas vezes da OBMEP foi em média 1,3 ponto maior que a dos alunos das escolas não participantes, o desempenho das escolas que participaram três vezes foi 2,28 pontos superior ao das que não participaram nenhuma vez. O resultado mostra a importância da continuidade da participação das escolas no programa para maximizar os efeitos positivos no aprendizado da matemática.

Por sua vez, Soares, Leo e Soares (2014) desenvolveram um indicador que expressa a trajetória do envolvimento das escolas com a OBMEP de 2005 a 2011. Os autores dividiram as escolas entre três grupos, escolas de trajetória, boa, regular e ruim. Para construção desse indicador foi considerada a quantidade de alunos que a escola decidiu inscrever na primeira fase, assim como a quantidade de alunos classificados para a segunda fase, o recebimento de menções honrosas, o recebimento de medalhas, e o envolvimento do professor com a OBMEP. Esse indicador foi então usado para medir o impacto da OBMEP no desempenho dos alunos na Prova Brasil, ENEM e no PISA.

Os resultados mostraram que as escolas que mantêm uma boa trajetória de envolvimento com a OBMEP, obtiveram maiores notas na Prova Brasil comparativamente às escolas com trajetória ruim. A diferença nas notas obtida por esses dois grupos nos três anos observados (2007, 2009 e 2011) foi de 9,33, 11,53 e 15,34 pontos respectivamente. O resultado, além de mostrar o impacto positivo da OBMEP no desempenho médio das escolas, mostra como esse efeito cresce em intensidade à medida em que o número de participações da

escola aumenta. Também foram encontradas diferenças nas notas das escolas de trajetória média e ruim. A diferença entre as notas desses grupos nos mesmos anos estudados foi de 2,87, 3,38 e 6,77 pontos respectivamente. Dessa forma, esses achados mostram que embora haja uma diferença significativa no desempenho das escolas com uma trajetória mediana em relação às escolas com trajetória ruim, essa diferença é bem menos acentuada do que no caso das escolas com uma trajetória boa.

Resultados similares são encontrados quando se examina o efeito da OBMEP sobre as notas do ENEM e do PISA. No caso do ENEM, as escolas que observaram uma boa trajetória de envolvimento, obtiveram na média, notas superiores às escolas com trajetória ruim nos anos de 2010 a 2012, com uma diferença de pontuação de 16,80, 16,94 e 15,01 respectivamente. O mesmo padrão foi encontrado ao observar os resultados do PISA no ano de 2009, onde os alunos de escolas com boa trajetória de participação pontuaram em média 9,96 pontos a mais que os alunos de escolas com trajetória ruim.

Outros autores focaram em identificar se a melhoria do desempenho das escolas se dá pela participação na olimpíada ou se é decorrência da premiação. Como foi mostrado por Biondi, Vasconcellos e Menezes-Filho (2012), comparando a nota na Prova Brasil das escolas que participaram da OBMEP e foram premiadas, com aquelas que participaram e não o foram, viram que a participação não é o suficiente para causar um efeito positivo na nota. Apenas as escolas que participaram e tiveram pelo menos um aluno premiado, observaram uma melhora no desempenho na Prova Brasil.

Neste âmbito, outros trabalhos testaram se a presença de um aluno premiado numa turma, pode gerar um efeito positivo no desempenho de seus colegas de classe. Moreira (2012) mostra que a presença de um aluno premiado com o certificado de menção honrosa numa turma, aumenta o desempenho de seus colegas em sua próxima participação na olimpíada. O estudo mostra que o efeito positivo sobre os colegas vai além da olimpíada. Ela observou que os colegas obtiveram notas maiores em matemática no ENEM, e foram mais frequentemente aprovados em cursos superiores que o grupo controle. Entretanto, esse efeito *spillover* não é observado igualmente para todos os colegas. O efeito positivo não é encontrado nos alunos que pertencem ao mesmo ano do premiado, porém estudam em outra turma. Além disso, a intensidade do impacto da OBMEP sobre os alunos é diretamente proporcional à posição do aluno na distribuição das notas da OBMEP, ou seja, os alunos que

se saíram melhor na olimpíada são os que mais se beneficiam da proximidade com o premiado.

2.2. *Peer Effect* (Efeito dos pares)

Embora a literatura mostre resultados que apontam para a existência de externalidades positivas decorrentes da OBMEP é importante identificar qual canal possibilita a manifestação desses benefícios. Uma possível característica da OBMEP que poderia justificar a melhora no desempenho dos alunos é seu impacto no dia a dia do ensino de matemática nas escolas participantes. Quando uma escola se inscreve para participar, ela recebe um caderno de questões desenvolvidas pelo IMPA e pela Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), a fim de que os professores preparem os alunos para a olimpíada, dessa forma, a OBMEP pode estar contribuindo para uma melhora da educação através de uma mudança na dinâmica de ensino.

Outra explicação possível é investigada nesse projeto, a influência dos grupos de amizade na realização de algumas atividades acadêmicas dos estudantes. A partir dos questionários respondidos pelos estudantes na pesquisa Fundaj (2018), foram obtidas informações sobre os círculos de amizades nas salas de aula das escolas públicas do Recife. Cada aluno teve a opção de indicar por nome, até cinco integrantes do seu grupo de amigos próximos. A partir desses dados é possível verificar se as externalidades positivas observadas em turmas que possuem alunos participantes da segunda etapa da OBMEP, são refletidas em magnitude maior entre seus amigos próximos.

Como foi mostrado por Epstein (1983), a manutenção de uma relação de amizade com um aluno de alto desempenho acadêmico, pode afetar características como notas de matemática e inglês, satisfação com a vida escolar e planos para ingressar no ensino superior. A partir de dados longitudinais sobre o sistema de ensino americano, a autora analisou dados de alunos da 5^a, 6^a, 8^a e 11^a série num momento inicial, e então observou os mesmos alunos no ano seguinte quando esses cursavam a 6^a, 7^a, 9^a e 12^a série. Foram coletadas informações sobre planos de seguir para o ensino superior, atitudes dos alunos com respeito a vida escolar, resultados obtidos pelos alunos nos exames escolares e documentos escritos pela escola a respeito do comportamento dos alunos. A natureza longitudinal dos dados usados é relevante, pois permite minimizar possíveis vieses de seleção, dado que os alunos tendem a formar

amizades com colegas que possuem características similares. Assim, Epstein observou as características dos estudantes, previamente à formação dos grupos de amizades.

A estrutura dos grupos de amizades foi determinada com base no desempenho dos estudantes para as variáveis medidas no ano um. A autora identificou quatro estruturas de amizades, BB (baixo aluno, baixo amigo), BA (baixo aluno, alto amigo), AB (alto aluno, baixo amigo) e AA (alto aluno, alto amigo). A primeira letra diz se o desempenho do aluno no início da pesquisa está abaixo ou acima da média da sua turma, enquanto a segunda letra diz respeito ao desempenho do seu grupo de amizade em relação à média. Medidas de desempenho foram computadas para diferentes variáveis de interesse, ou seja, um aluno e seus amigos podem formar um grupo BA quanto ao desempenho em matemática, mas um grupo AA em autossuficiência no aprendizado.

Foram realizados testes t para identificar se há diferenças observáveis entre alunos de desempenho baixo que fazem parte de grupos de desempenho baixo (BB), e alunos de desempenho baixo que fazem parte de grupos de desempenho alto (BA), os mesmos testes foram realizados para o caso de alunos com alto desempenho inicial, comparando grupos (AB) com grupos (AA). Um total de sete características foram observadas⁷. Os alunos com desempenho baixo pertencentes a grupos de desempenho alto, obtiveram resultados superiores aos alunos de desempenho baixo pertencentes a grupos de desempenho baixo em cinco dos sete *outcomes* observados (exceto nas variáveis, “*Satisfaction with school life*” e “*Math report card grades*”). Resultados similares foram encontrados para os alunos de desempenho alto, os alunos de alto desempenho pertencentes a grupos de alto desempenho obtiveram resultados superiores aos alunos de alto desempenho em grupos de baixo desempenho para todos os sete *outcomes* observados.

⁷ *Self-reliance, satisfaction with school life, college plans, english report card grades, math report card grades, english standardized achievement.*

CAPÍTULO 3 – Contexto institucional da OBMEP

A Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), é um programa que engloba estudantes do 6.º ao 9.º ano do ensino fundamental e de todo o ensino médio, avaliando o conhecimento destes em matemática. Sendo uma das maiores competições escolares do país, a OBMEP teve no ano de 2019, 54.831 escolas participantes, atingindo mais de 99% dos municípios do Brasil.

O programa foi criado em 2005 pelo Ministério da Educação (MEC) e Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) em parceria com o Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) e a Sociedade Brasileira de Matemática (SBM). De acordo com Soares et al. (2014) os objetivos da OBMEP foram definidos como: promover o aprendizado de matemática nas escolas públicas; colaborar com o aperfeiçoamento dos professores de matemática das escolas públicas, contribuindo para a sua valorização profissional; contribuir para a melhoria do ensino de matemática nas escolas da rede pública; identificar jovens talentos e fornecer oportunidades para que ingressem em cursos superiores nas áreas científicas e tecnológicas; promover a integração entre as escolas públicas, universidades federais, os institutos de pesquisa e as sociedades científicas; contribuir para a inclusão social por meio da difusão do conhecimento.

A olimpíada é dividida em três níveis, nível 1 com alunos do sexto e sétimo ano, nível 2 com alunos do oitavo e nono ano e o nível 3 com os estudantes de todo ensino médio. A olimpíada acontece em duas fases, na primeira fase cada escola pode inscrever quantos alunos participantes quiser, as provas são corrigidas nas escolas, e os alunos que ficam entre os 5% melhores em cada escola são aprovados para segunda fase. Aos alunos que obtêm as melhores notas na segunda fase são distribuídas medalhas (ouro, prata e bronze) e certificados de menção honrosa.

Os alunos premiados na olimpíada com medalhas ou certificado de menção honrosa têm a oportunidade de participar do Programa de Iniciação Científica jr. (PIC), recebendo uma bolsa do CNPq, no PIC esses estudantes assistem aulas em ambientes presenciais e virtual, acompanhados por orientadores de modo a amadurecer seu conhecimento matemático.

CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA

4.1. Base de dados

Para atingir os objetivos preconizados nesta monografia são usados os dados obtidos em uma pesquisa que vem sendo desenvolvida pelo Núcleo de Estudos em Estatísticas Sociais da Diretoria de Pesquisas da Fundaj desde o ano de 2013. A pesquisa intitulada “Acompanhamento Longitudinal do Desempenho Escolar de Alunos da Rede Pública de Ensino Fundamental do Recife”, Fundaj (2018), permitiu o acompanhamento longitudinal de mais de 8 mil alunos de escolas públicas do Recife ao longo dos 6.º e 7.º ano do ensino fundamental, estes alunos foram selecionados a partir de uma amostra estratificada definida com base no número de matrículas dos alunos nessas séries e no desempenho desses alunos na Prova Brasil.

A pesquisa acompanhou uma amostra representativa de estudante do 6.º ano do ensino fundamental de escolas públicas do Recife no ano de 2017, e então conduziu novamente a pesquisa nos mesmos alunos no ano seguinte, quando esses cursavam o 7.º ano. Foi avaliado também o desempenho dos alunos em provas de português e matemática desenvolvidas pela Fundaj com base nos parâmetros curriculares da educação básica, definidos pela Secretaria de Educação e Esportes de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2014a, PERNAMBUCO, 2014b)⁸.

Além disso, foram coletados dados referentes a aspectos internos e externos à escola, a partir de quatro questionários (um direcionado ao aluno, um ao responsável, um aos professores de português e matemática, e um ao diretor da escola). São utilizados também, dados cedidos pela Secretaria de Educação e Esportes do Estado de Pernambuco (SEE-PE), referentes à participação dos alunos do sexto e sétimo anos das escolas públicas do Estado na segunda fase da OBMEP, nos dois anos relevantes à pesquisa. O conjunto de dados contém identificações sobre a turma a qual o aluno pertence, e se o aluno obteve premiação na olimpíada.

A subamostra utilizada no estudo é composta pelos alunos participantes nos dois anos da pesquisa, que realizaram as quatro avaliações e tiveram todos os seus questionários respondidos. Os estudantes que faltaram às provas, não foram entrevistados, reprovaram no

⁸ Os documentos Parâmetros para Educação Básica do Estado de Pernambuco, Padrões de Desempenho Estudantil em Língua Portuguesa e Matemática são base para a formulação do SAEPE – Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco. As provas da Fundaj foram elaboradas utilizando-se a Teoria de Resposta ao Item.

6.º ano ou saíram da escola não foram incluídos nessa subamostra. Ao todo são 1.761 alunos considerados em cada ano letivo, distribuídos em 151 turmas de 82 escolas. O número total de observações é de 3.522 alunos nos dois anos letivos. Foram eliminadas três escolas que realizam teste de seleção para admissão dos alunos (de modo a evitar vieses de seleção) e os estudantes que não constituem o painel, com informações inadequadas ou *missing*.

Na Tabela 1, são apresentadas as estatísticas descritivas para as variáveis selecionadas para estimação dos modelos empíricos. Estão sendo considerados três *outcomes* educacionais que capturam motivações comportamentos de alunos e professores. O desempenho dos alunos nos testes aplicados no início dos respectivos anos letivos entra como um importante controle para o histórico escolar do indivíduo em termos de seu conhecimento acumulado. Os demais controles incluem características individuais dos estudantes, seus pais (ou responsáveis) e dos professores.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas nos modelos estimados

Variáveis	Média	Erro padrão
Outcomes educacionais		
Faz sempre o dever de matemática (<i>dummy</i> : 1 = sim)	0,60	0,02
Frequência de estudo	3,36	0,09
Número de faltas	1,08	0,37
Alunos		
Nota de matemática (começo do ano)	39,70	1,32
Sexo (<i>dummy</i> : 1 = masculino)	0,49	0,02
Raça (<i>dummy</i> : 1 = preto)	0,13	0,02
Idade	11,92	0,04
Frequência com que o aluno sofre <i>bullying</i> ^a	1,35	0,03
Reprovação (<i>dummy</i> : 1 = nunca reprovou)	0,78	0,02
Novato (<i>dummy</i> : 1 = novato)	0,91	0,02
Pais ou responsáveis		
Sexo (<i>dummy</i> : 1 = masculino)	0,15	0,02
Raça (<i>dummy</i> : 1 = preto)	0,16	0,01
Idade	41,01	0,38
Escolaridade ^b	11,95	0,19
Boletim (<i>dummy</i> : 1 = sempre checa boletim do aluno)	0,86	0,01
Professores		
Sexo (<i>dummy</i> : 1 = masculino)	0,48	0,06
Idade	43,81	1,17
Graduação em matemática (<i>dummy</i> : 1 = sim)	0,64	0,06
Pós-graduação (<i>dummy</i> : 1 = sim)	0,14	0,04
Contrato temporário (<i>dummy</i> : 1 = sim)	0,33	0,06
Experiência com turmas de 6.º/ 7.º anos ^c	2,81	0,16
Nº de observações: 3.522		

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa “Acompanhamento Longitudinal do Desempenho Escolar de Alunos da Rede Pública de Ensino Fundamental do Recife”, Fundaj (2017 e 2018).

Notas:

a: As faixas de frequência de bullying 1 e 2 correspondem a “nenhum dia” e “1 ou 2 dias”, respectivamente.

b: As faixas de escolaridade 10, 11 e 12 equivalem aos 7.º, 8.º e 9.º anos do ensino fundamental, respectivamente.

c: As faixas de experiência 2, 3 e 4 correspondem a “3 a 7 anos”, “8 a 14 anos” e “15 a 20 anos”.

4.2. Modelo Empírico

Uma dificuldade encontrada quando deseja-se observar o efeito de alguma política sobre um grupo de indivíduos é a existência de variáveis confundidoras que podem afetar as variáveis de interesse do pesquisador. Por exemplo, digamos que está sendo investigado se o ato de o responsável por uma criança ler para ela antes de dormir, está associado a um melhor desempenho acadêmico dessa criança. Caso os pesquisadores encontrassem, a partir de um simples teste de diferença entre médias, que as crianças do grupo tratamento se saíram melhor que as do grupo controle (sendo tratamento o caso em que os pais leem para a criança, e controle o caso contrário) não seria possível afirmar que os resultados encontrados são consequência da leitura.

Um responsável que está disposto a ler para sua criança antes de dormir, provavelmente se preocupa mais com a educação da criança do que a média dos pais, portanto, tem mais chances de adotar outros comportamentos que também podem afetar o desempenho acadêmico da criança no longo prazo, como ajudá-la no dever de casa e participar das reuniões de pais e mestres. Além disso, a presença de livros na residência da criança também pode significar que o responsável tem um maior nível de educação, e/ou nível de renda, variáveis que também estão associadas ao desempenho acadêmico de um estudante. Assim, estratégias mais sofisticadas mostram-se necessárias para contornar esse tipo de problema.

À luz desse desafio, o método utilizado para realizar as estimações presentes nesse trabalho é o de *diferenças em diferenças (DID)*. O *DID* pode ser entendido como uma série de diferenças de média, aferidas para as variáveis de interesse em dois momentos no tempo. No primeiro momento, $T=0$, é realizada a diferença de média dos grupos de tratamento e de controle para alguma variável dependente Y . No segundo momento, $T=1$, a diferença de média é novamente realizada para ambos os grupos, sendo então realizada uma diferença entre as diferenças de média. A compreensão no método torna-se mais fácil a partir do exemplo apresentado no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1: Método diferenças em diferenças - DID

	Tratados	Controle	Diferença
Antes	A	B	A - B
Depois	C	D	C - D
Diferença	A - C	B - D	(C - D) - (A - B)

Fonte: Elaboração própria seguindo Peixoto, B.; Pinto, C.; Lima, L.; Foguel, M.; Barros, R. Avaliação econômica de projetos sociais. Naércio Menezes Filho (Org.). São Paulo, SP: Fundação Itaú, 2016. 2a ed., 293 p.

As letras, A, B, C e D do Quadro 1 acima identificam os grupos de tratamento e controle nos períodos antes e depois ao evento que está sendo analisado. As diferenças entre A-C e B-D representam os grupos de controle e tratamento antes e depois, respectivamente. E ao subtrair A -B de C-D, ou A-C de B-D, que dá no mesmo, encontra-se a diferença da diferença analisada entre os grupos entre os dois períodos ou a diferença entre a diferença entre os dois períodos em cada um dos grupos. E a vantagem do método *DID* é que ele relaxa a suposição de exogeneidade condicional ou seleção apenas nas características observadas. Como um método quase-experimental busca adquirir nova forma através de imitar, a situação de aleatorização, com o intuito de considerar as características não observáveis dos indivíduos que são invariantes no tempo.

A análise do efeito da OBMEP sobre as variáveis estudadas nessa monografia pode ser descrita pela Equação (1) a seguir onde a variável *Y* representa os *outcomes* educacionais de interesse. Ao todo três *outcomes* estão sendo testados: “Frequência de estudo do aluno”, “Frequência com que o estudante faz o dever de matemática”, “Quantidade de faltas escolares”.

$$Y_{ict} = \beta_0 + \beta_1 T_{ic} x Ano_t + \beta_2 T_{ic} + \beta_3 Ano_t + \beta_4 X_{ict} + \varepsilon_{ict} \quad (1)$$

Os subscritos indicam o estudante *i* na turma *c* e no ano *t*. Para definir os grupos de tratamento e controle, foram considerados os dados obtidos na pesquisa Fundaj referentes às relações de amizade entre os alunos. Aos estudantes foi pedido, no questionário, para que

identificassem até cinco amigos dentro de sala de aula. No tratamento definido, os alunos tratados são aqueles que no 6.º ano (em 2017) não tiveram nenhum amigo classificado para a segunda fase da OBMEP, mas que a partir do 7.º ano (em 2018), ao menos um de seus amigos passou a participar da segunda fase da olimpíada. E o grupo controle é composto por estudantes que não tiveram nenhum amigo participante em nenhum dos dois anos⁹.

Na Equação (1) o tratamento é denotado por T , uma variável binária igual a 1 quando o educando pertence ao grupo de tratamento, e igual a 0 quando pertence ao grupo de controle. O tempo que descreve o momento da intervenção ou tratamento é definido pela variável binária Ano , em que o valor 0 representa o ano de 2017, o período anterior à mudança de *status* quanto à participação na OBMEP, e o valor igual 1 o ano de 2018 que representa o momento em que ocorre essa mudança. O estimador de diferenças em diferenças é dado por β_1 , coeficiente atrelado à interação entre o tratamento e o momento da intervenção, $T \times Ano$. O vetor X contempla as variáveis de controle dos alunos, pais ou responsáveis e professores, anteriormente descritas na Tabela 1. O termo de erro é dado por ε . Sob a hipótese de que $E[\varepsilon|X,T,t]=0$, o efeito causal da participação na olimpíada (condicional à X) é medido pelo parâmetro β_1 .

Uma das principais hipóteses do método das diferenças em diferenças é que a trajetória temporal da variável de resultado, ou de qualquer condicionante que venha a afetar esse resultado, mantenha-se constante ao longo do tempo entre os grupos de tratamento e controle. No entanto, os grupos de tratamento e controle podem diferir em termos de sua composição, antes da intervenção, ao ponto de afetar as tendências temporais das variáveis de interesse e, nesse caso, as estimativas poderiam estar capturando o efeito de variáveis confundidoras em vez do efeito da intervenção. Para sanar eventuais desbalanceamentos entre os grupos de tratamento e controle, quanto às observáveis, também serão conduzidas estimações combinando-se os métodos de *propensity score matching* (*psm*) e diferenças em diferenças com a finalidade de tornar os grupos equiparáveis.

O *psm* é uma técnica estatística usada para construir um grupo controle artificial ao parear cada elemento do tratamento com um elemento do grupo controle que apresenta características similares. Para facilitar o entendimento do *psm*, suponha que uma amostra dos alunos da nossa pesquisa é selecionada ao acaso, metade pertencente ao grupo tratamento e

⁹ O aluno em questão não pode ter participado da segunda fase da olimpíada em nenhum dos dois anos, caso contrário estaria sendo medida a influência direta da olimpíada sobre o estudante ao invés do efeito indireto da rede de amizade.

metade ao grupo controle, e que o método das diferenças em diferenças será aplicado sobre essa amostra com o objetivo de investigar diferenças na frequência de estudo. Suponha também que através de uma análise das características descritivas dos grupos ficou aparente que os alunos do grupo de tratamento têm, na média, uma renda familiar *per capita* maior que os alunos do grupo de controle. Além disso, os alunos do grupo tratamento também apresentam, na média, melhores resultados para variáveis como “grau de escolaridade da mãe” e “experiência do professor”.

Neste exemplo proposto, onde os grupos são tão diferentes entre si, uma análise usando apenas o *DID* pode não ser confiável, sendo necessário utilizar o *psm* de modo a tornar os grupos mais iguais. O *propensity score matching* parte de uma regressão logística para atribuir uma nota (*propensity score*), a cada estudante pertencente à amostra, considerando as características pessoais de cada estudante, onde essa nota representa a probabilidade de que um aluno com aquelas características faça parte do grupo de tratamento. O modelo então realiza um pareamento (*matching*), combinando cada elemento do grupo tratamento com um elemento do grupo controle, de modo que o *propensity score* desses dois alunos seja o mais próximo possível. Assim, o modelo garante que os alunos do grupo de tratamento estarão sendo comparados aos alunos mais parecidos com eles no grupo de controle.

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS

Nessa sessão serão apresentados os resultados do efeito da rede de amizades dos estudantes da rede pública de ensino sobre as variáveis de interesse. Na Tabela 2 são apresentadas as estimativas para os três *outcomes* considerados, nela estão expressas as alterações no comportamento dos estudantes a partir da participação dos seus colegas de classe na OBMEP. Para o tratamento considerado, três especificações da Equação (1) são estimadas, na coluna (1) estão as estimativas de *diferenças em diferenças (DID)* sem inclusão de qualquer variável controle e nas colunas (2) e (3) são adicionadas variáveis do aluno, dos responsáveis e professores, além da combinação dos métodos de *propensity scores matching* com o *DID*.

Considerando-se a coluna (1), os estudantes que não tinham nenhum amigo classificado para a segunda fase da OBMEP no ano de 2017, mas que passaram a ter pelo

menos um amigo classificado no ano de 2018, apresentaram uma melhora de 0,602 ponto¹⁰ na frequência de estudos quando comparados àqueles estudantes que não tiveram nenhum amigo participante em nenhum dos dois anos. Os resultados revelam que, para a primeira especificação, não se observa alteração significativa no número de faltas dos estudantes ou na frequência com a qual o aluno faz o dever de matemática. No caso das variáveis “Número de faltas” e “Aluno faz o dever de matemática” não foram encontrados resultados estatisticamente significativos para a primeira especificação, ou seja, sem controles do *background* familiar e características dos professores.

Na coluna (2), estão expressos os resultados do modelo de diferenças em diferenças combinados com o *Propensity Score Matching* ou *Pareamento por Escore de Propensão*. Nessa especificação, são utilizadas como controle a nota dos alunos no teste de matemática aplicado pela pesquisa Fundaj no início do ano de 2017, assim como as informações socioeconômicas dos alunos e seus responsáveis. Para a variável “Frequência de estudo” foi encontrado um aumento de 0,57 ponto, havendo uma melhora do p-valor quando comparado à especificação 1. No caso da variável “Número de faltas” o grupo de tratamento apresentou uma variação de -0,085 ponto¹¹ quando comparado ao grupo controle, ou seja, uma diminuição no número de faltas dos alunos cujos amigos participaram da segunda fase da Olimpíada. A variável “Aluno faz o dever de matemática” não apresentou resultados estatisticamente significantes para a especificação 2.

A coluna (3) apresenta os resultados do *DID* combinado com o *psm*, nesta especificação, além da nota de matemática dos alunos e características socioeconômicas das famílias, também foram usadas como controle as informações referentes aos professores de matemática. A variável “Frequência de estudo” apresentou um aumento de 0,643 ponto nesse modelo, enquanto a variável “Número de faltas” apresentou uma diminuição de -0,081, resultados similares aos da especificação 2. No caso da especificação 3, o grupo de tratamento

¹⁰ A variável “frequência com que o aluno estuda para as matérias da escola” apresenta seis opções de respostas: 1 = Nunca ou quase nunca, 2 = Apenas quando tem prova, 3 = Menos de três dias por semana, 4 = Quatro ou cinco dias por semana, 6 = Seis ou sete dias por semana. A média amostral para essa variável é de 3,29, logo 0,602 pontos representa um acréscimo de aproximadamente 18,3% na frequência de estudo.

¹¹ A variável “número de dias que o aluno faltou sem a permissão dos pais ou responsáveis” apresenta cinco opções de resposta: 1 = Nenhum dia, 2 = Um ou dois dias, 3 = Três a cinco dias, 4 = Seis a nove dias, 5 = Dez ou mais dias. A média amostral para essa variável é de 1,08, logo -0,085 representa uma redução de aproximadamente 7,9% na quantidade de faltas.

apresentou um aumento de 0,069¹² ponto para a variável “Aluno faz o dever de matemática” quando comparados ao grupo controle.

Tabela 2 - Estimativas *DID* para o efeito da rede de amizades sobre as variáveis de interesse.

<i>Outcomes</i> educacionais	(1)	(2)	(3)
Frequência de estudo	0,602* (0,338)	0,57*** (0,148)	0,643*** (0,147)
Número de faltas	0,008 (0,1)	-0,085* (0,046)	-0,081* (0,048)
Aluno faz o dever de matemática	0,035 (0,107)	0,062 (0,040)	0,069 (0,041)*
Lag nota de matemática	Não	Sim	Sim
Controles estudante e sua família	Não	Sim	Sim
Controles professores	Não	Não	Sim

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa “Acompanhamento Longitudinal do Desempenho Escolar de Alunos da Rede Pública de Ensino Fundamental do Recife”, Fundaj (2017 e 2018).

Notas: A coluna 1 representa o modelo *diff-in-diff* (*DID*) sem nenhum tipo de controle de características; a coluna 2 apresenta o *DID* com propensity scores matching (*psm*) controlando pelas características de alunos e responsáveis; a coluna 3 o *DID* com *psm* controlando pelas características de alunos, responsáveis e professores. Entre parênteses os desvios padrões. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

¹² A variável “aluno faz o dever de casa de matemática” apresenta quatro opções de resposta: 1 = Professor não passa dever de matemática, 2 = Nunca ou quase nunca, 3 = Às vezes, 4 = Sempre ou quase sempre. A média amostral para essa variável é de 3,51, logo 0,069 representa um aumento de aproximadamente 1,97% na frequência com a qual o aluno responde às atividades.

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta monografia recorreu à metodologia de *diferenças em diferenças*, combinando-a com o modelo de *pareamento por escore de propensão*, para avaliar o impacto de vínculo de amizade com um aluno participante da segunda fase da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas em variáveis educacionais dos seus amigos. Mais especificamente procurou-se saber se a existência de um vínculo de amizade com um aluno classificado para a segunda fase da OBMEP, pode impactar a frequência de estudos dos estudantes, a frequência com a qual os alunos fazem o dever de casa de matemática, assim como o número de faltas dos alunos das escolas da rede pública do Recife.

Para isso, foram utilizados dados obtidos na pesquisa *Acompanhamento Longitudinal do Desempenho Escolar de Alunos da Rede Pública de Ensino Fundamental do Recife*, Fundaj (2018). Nessa pesquisa, alunos das escolas públicas da Região Metropolitana do Recife responderam a um questionário e participaram de provas de português e de matemática em 2017 (quando cursavam o 6.º ano do ensino fundamental) e em 2018 (quando os mesmos alunos cursavam o 7.º ano). Ou seja, um painel de dados essencial por comportar o momento na vida escolar dos estudantes da pesquisa Fundaj (6.º e 7.º ano do fundamental) coincidentes com a participação desses alunos na OBMEP nível 1. Desta forma, dispomos de informações sobre os estudantes no 6.º ano antes deles terem participado da OBMEP e no 7.º ano após a participação na olimpíada.

As estimações mostram que estudantes que possuem ao menos um amigo participante da segunda fase da olimpíada no ano de 2018 apresentaram um aumento na frequência de estudo, aumento na frequência com a qual o aluno responde às atividades de matemática e uma diminuição no número de faltas, quando comparados a alunos que não tiveram nenhum amigo participante em nenhum dos dois anos da pesquisa.

Os resultados encontrados contribuem com a literatura que estuda o efeito da OBMEP na educação matemática, os estudos realizados anteriormente focam no impacto gerado pela olimpíada sobre variáveis referentes ao desempenho escolar dos alunos, como notas ou aprovação em vestibulares. Os resultados encontrados nessa pesquisa ajudam a descrever algumas das possíveis explicações para a melhora nos resultados obtidos por escolas participantes da OBMEP em exames externos como ENEM ou Prova Brasil. Este trabalho

afere o efeito da OBMEP sobre variáveis comportamentais ainda não estudadas, mas que mantêm uma relação indireta com a aprendizagem e o desempenho escolar. Esses achados contribuem para revelar os mecanismos pelos quais os efeitos da OBMEP operam no processo de aprendizagem da disciplina.

REFERÊNCIAS

- Biondi, Roberta Lobota; Lígia Vasconcellos; e Naercio Menezes-Filho. “Avaliando o impacto da OBMEP - Olimpíada Brasileira de Matemática da Escolas Públicas - na qualidade da educação.” Revista Economia, do LACEA, v. 12, nº 2, pág.: 143-170, 2012.
- Epstein, Joyce Levy; “The influence of friends on achievement and affective outcomes”. In: Friends in school. Academic Press, 1983. p. 177-200.
- Fundação Joaquim Nabuco - Fundaj. Coordenação de estudos econômicos e populacionais. 2018. “Acompanhamento longitudinal do desempenho escolar de alunos da rede pública de ensino fundamental do Recife”. Recife.
- Moreira, Diana. “Recognizing Performance.” 2017. Disponível em: <<http://www.obmep.org.br/estudos.htm>>. Acesso em: 24 de mar. De 2021.
- Pernambuco, Seduc. “Parâmetros para a Educação Básica do estado de Pernambuco - Padrões de Desempenho Estudantil em Matemática”. Recife: SEDUC, 2014a.
- Pernambuco, Seduc. “Parâmetros para a Educação Básica do estado de Pernambuco - Padrões de Desempenho Estudantil em Português”. Recife: SEDUC, 2014b.
- Peixoto, B.; Pinto, C.; Lima, L.; Foguel, M.; Barros, R. Avaliação econômica de projetos sociais. Naércio Menezes Filho (Org.). São Paulo, SP: Fundação Itaú, 2016. 2a ed., 293 p.
- Soares, Camila M. Machado; Elisabette Leo; e José Francisco Soares. “Impacto da Olimpíada Brasileira de Escolas Públicas (OBMEP) no desempenho de matemática da Prova Brasil, ENEM e PISA”. Disponível em: <<http://www.obmep.org.br/estudos.htm>>. Acesso em: 24 de mar. De 2021.