**Insper- Instituto de Ensino e Pesquisa**

APS 3

Microeconomia

Grupo 8

**São Paulo**

**2024**

**1) Com base nas referências do Bloco de Economia da Educação:**

**A) Estruture formalmente (com equações e suas palavras) o modelo microeconômico de Schiman (2022), deixando claro quais as premissas, qual o agente representativo, o que é maximizado e o que é escolhido, e qual o principal resultado teórico do modelo. Finalize sua exposição elencando a hipótese econômica do artigo**

O modelo microeconômico apresentado por *Schiman* (2022) investiga o impacto do programa Head Start sobre a oferta de trabalho das mães e seus investimentos em capital humano. O modelo parte da premissa de que a disponibilização de cuidados infantis subsidiados altera as decisões de oferta de trabalho e de educação das mães ao reduzir os custos de cuidado infantil e, consequentemente, aumentar o salário líquido das horas trabalhadas.

**Estrutura do Modelo**:

1. Agente Representativo: No modelo de *Schiman* o agente representativo é a mãe que escolhe dividir o tempo dela entre trabalho e lazer, sendo o trabalho que paga pelo *childcare* da criança. Ela maximiza sua utilidade com consumo e lazer e está restrita à questões orçamentárias e de tempo.
2. Função Objetivo: A mãe maximiza sua função de utilidade U (C, L) que depende do consumo C e do lazer L. O consumo é financiado pela renda derivada do trabalho ou de transferências públicas, enquanto o lazer é o tempo não alocado ao trabalho ou à educação.

Onde:

* + w é o salário por hora da mãe,
  + h é o número de horas trabalhadas,
  + p é o custo de cuidado infantil,
  + N é o número de horas em que o filho recebe cuidado.

O programa Head Start subsidia o custo p, reduzindo-o a zero ou valores muito baixos.

1. Escolhas da Mãe: A mãe escolhe:
   * h, a quantidade de horas trabalhadas,
   * e, a quantidade de horas dedicadas à educação ou treinamento,
   * L, a quantidade de horas de lazer.

Essas escolhas estão sujeitas à restrição de tempo, que é dada por:

Onde T é o tempo total disponível (24 horas diárias). Portanto, a mãe deve alocar seu tempo entre trabalho, educação e lazer.

1. Principal Resultado Teórico: O modelo prevê que a participação no programa Head Start terá um efeito ambíguo sobre a oferta de trabalho das mães, dependendo da interação entre os efeitos substituição e efeito renda:
   * Efeito Substituição: O cuidado infantil gratuito ou subsidiado reduz o custo de se trabalhar, aumentando o incentivo para que a mãe aumente sua oferta de trabalho (principalmente em tempo integral).
   * Efeito Renda: O acesso ao cuidado infantil pode aumentar o tempo livre da mãe, fazendo com que ela prefira consumir mais lazer em vez de aumentar sua oferta de trabalho.

Mas os efeitos variam de acordo com a experiencia da mãe em trabalho:

* Mães que nunca trabalharam: O headstart gera um efeito substituição que pode levar ela a aumentar a quantidade de horas trabalhadas.
* Mães que trabalhariam menos que o disponível pelo headstart: Há tanto efeito renda como efeito substituição e o resultado é ambíguo a depender da magnitude de cada efeito.
* Mães que trabalhariam mais que o disponível pelo headstart: Há apenas o efeito renda com o subisídio do *childcare.* Pode gerar queda nas horas trabalhadas pela mãe.
* Mães que tem outros meios de *free childcare* sem ser o headstart: a teoria prevê nenhuma mudança no trabalho já que não há mudança da renda.

Em geral a teoria prevê resultados ambíguos do headstart na mão de obra.

Além disso, a redução dos custos de cuidado infantil pode incentivar a mãe a investir mais em capital humano, aumentando sua probabilidade de se matricular em cursos de educação ou treinamento.

**Hipótese Econômica**

A hipótese econômica é que o programa Head Start, ao reduzir os custos com cuidado infantil, aumenta o salário líquido das mães, elevando o custo do lazer em relação ao trabalho (efeito de substituição). Ao mesmo tempo, o aumento da renda disponível pode permitir uma redução nas horas de trabalho (efeito de renda). O impacto final depende de qual efeito prevalece.

**B) Explique, com as suas palavras, qual a estratégia de identificação empregada na metodologia da análise empírica do artigo de Hojman & Boo (2022) (Dica: leia com atenção a seção 5 de Metodologia do artigo). Explique também o racional que baseou a exposição nas Tabelas 1, 2 e 3. Em seguida, interprete ao menos 1 resultado estimado (aquele que seu Grupo julgar relevante para a análise) de cada Tabela. Finalize discutindo qual é o principal resultado do artigo e conclua citando uma possível ameaça à identificação. Justifique.**

A estratégia de identificação neste estudo baseia-se na aleatorização como instrumento, ou seja, utiliza-se a randomização dos CICOs entre os bairros como instrumento principal para medir o efeito causal do programa sobre as variáveis de interesse, como o desenvolvimento socioemocional das crianças e a participação das mães no mercado de trabalho. O uso de variáveis instrumentais, como a designação aleatória para bairros com CICOs, garante que o grupo de controle sirva como um contrafactual adequado ao grupo tratado.

Dessa forma, essa aleatoriedade permite isolar o impacto causal do uso dos CICOs, corrigindo o problema de imperfect compliance, que ocorre quando nem todas as famílias designadas ao grupo de tratamento utilizam os serviços oferecidos, e algumas famílias no grupo de controle acessam serviços semelhantes em outros locais. Assim, ao corrigir o problema de imperfect compliance, os autores conseguem estimar com precisão o impacto causal do programa, mesmo que nem todas as famílias tratadas tenham utilizado o serviço e que algumas do grupo de controle tenham acessado alternativas semelhantes.

A Tabela 1 resume as principais características das mães e crianças no baseline, evidenciando a semelhança entre os grupos de controle e tratamento, o que verifica se a randomização foi bem-sucedida, ou seja, se as características observáveis são semelhantes entre os dois grupos antes do início do programa. A Tabela 2 apresenta os principais resultados do estudo, incluindo os resultados da regressão econométrica, estimativas de variáveis instrumentais e outras especificações para verificar a robustez dos resultados. Ela mostra que o trabalho das mães aumentou em 12 pontos percentuais com a frequência das crianças nos CICOs, além de um impacto positivo de 0,38 desvios padrão nas habilidades socioemocionais das crianças (p<0,05), sugerindo que a participação nos CICOs promove melhorias substanciais no desenvolvimento socioemocional das crianças. A Tabela 3 ilustra os efeitos do programa ajustados pela qualidade dos CICOs, de forma que, a qualidade é medida em termos das interações educador-criança e outros indicadores que poderiam influenciar os resultados.

Os resultados indicam um impacto significativo de 0,38 desvios padrão nas habilidades socioemocionais das crianças que frequentaram os CICOs, evidenciando o sucesso do programa em promover o desenvolvimento dessas habilidades essenciais. Além disso, o estudo constatou um aumento de 12 pontos percentuais na probabilidade de as mães trabalharem no mercado de trabalho, sugerindo que o acesso ao cuidado infantil contribui para a empregabilidade das mulheres. O custo do programa foi de aproximadamente US$ 147 por criança por ano, e os impactos no trabalho das mães justificam, por si só, os custos do programa.

Uma possível ameaça à identificação é o fato de que nem todas as famílias designadas ao tratamento aderiram ao programa. Embora o uso de variáveis instrumentais tenha abordado essa questão, ainda pode haver limitações na interpretação direta dos resultados para subpopulações específicas. A variação na qualidade entre os CICOs também pode limitar a generalização dos resultados para outras regiões onde a qualidade seja diferente. Além disso, 16% das crianças não participaram do acompanhamento em 2015, o que pode afetar os dados, embora estatisticamente o p-valor tenha indicado que as diferenças entre os grupos não foram significativas.

**C) Explique por que o Experimento investigado por Mueller (2013), de alocação dos alunos em turmas de diferentes tamanhos, é considerado um marco importante na identificação do efeito causal do tamanho da turma no desempenho educacional dos alunos. Explique quais seriam as limitações se, ao invés de realizar um experimento aleatório, fossem coletados dados observacionais como do Censo Escolar (que possui características dos estudantes, professores e escolas) e da Prova Brasil (que contém as notas dos estudantes) para identificar o efeito do tamanho da turma nas notas dos estudantes.**

O experimento investigado por Mueller (2013) é considerado um marco na identificação do efeito causal do tamanho da turma no desempenho educacional porque utilizou design experimental com alocação aleatória de alunos e professores a diferentes tamanhos de turmas. Esse tipo de design experimental garante que quaisquer diferenças de desempenho observadas entre os grupos sejam diretamente atribuídas ao tamanho da turma, já que outros fatores, como características dos alunos e professores, são igualmente distribuídos entre os grupos. Dessa forma, ao atribuir aleatoriamente alunos e professores a turmas pequenas (com 13 a 17 alunos) ou regulares (com 22 a 25 alunos), o estudo conseguiu eliminar viés de seleção e endogeneidade, que são problemas comuns em estudos observacionais. Essa randomização é essencial, pois impede que características não observadas, como o nível socioeconômico dos alunos ou a experiência dos professores, influenciem os resultados. Dessa forma, o experimento foi capaz de isolar o efeito do tamanho da turma, revelando que turmas menores têm um impacto positivo no desempenho educacional, especialmente quando há professores mais experientes envolvidos.

Se o estudo fosse realizado com base em dados observacionais, como os do Censo Escolar e da Prova Brasil, haveria uma série de limitações que dificultariam a identificação causal do efeito do tamanho das turmas. A primeira limitação seria o viés de seleção. Em dados observacionais, alunos não são alocados aleatoriamente nas turmas, e essa alocação pode estar relacionada ao desempenho esperado dos alunos ou às características das escolas e professores. Por exemplo, escolas podem alocar alunos com baixo desempenho em turmas menores, o que confundiria a relação entre tamanho da turma e desempenho.

Além disso, os dados observacionais estão sujeitos ao problema de variáveis omitidas, já que é impossível controlar todas as características que afetam o desempenho dos alunos, como a qualidade do ensino ou o ambiente familiar. Isso tornaria difícil separar o efeito do tamanho da turma de outros fatores correlacionados. Outra limitação é a causalidade reversa, em que não seria possível determinar se as turmas menores melhoram o desempenho ou se os alunos com piores desempenhos são colocados em turmas menores, distorcendo as conclusões.

**2) O Projeto STAR (Student-Teacher Achievement Ratio) é um experimento que seguiu uma cohort de crianças desde o jardim da infância até a terceira série no Tennessee. No experimento, as crianças são aleatoriamente designadas a três tipos de turmas: (i) small: pequenas classes com 13-17 estudantes, (ii) regular: classes regulares com 22-25 estudantes e (iii) aide: classes regulares com um assistente para ajudar o professor. A base Star.dta é uma versão simplificada, de apenas um período, do banco de dados original usado pelo Experimento e contém informações dos estudantes, professores e escolas, bem como as definições de cada variável. Informações mais detalhadas sobre a condução do experimento podem ser encontradas no artigo de Krueger (1999), embora este experimento também foi estudado por outros trabalhos como Krueger & Whitmore (2001), Schanzenbach (2006), Chetty et al. (2011), Mueller (2013) e Bietenbeck (2020). Sua Equipe foi contratada para esta investigação com objetivo de mensurar a formação do professor como um fator moderador para o efeito do tamanho da turma no desempenho dos alunos em Português. Dica: Na base de dados há uma variável binária (tchmasters) que indica se o professor possui mestrado. O restante da análise será realizado em etapas. (Dica: Na execução de suas estimações, sugerimos consultar o material da Aplicação deste Bloco. Lá tem exemplos que podem ajudar os Grupos que estão trabalhando em Stata e R.)**

**A) Estabeleça a Pergunta de pesquisa a ser investigada por sua Equipe com base nas informações disponíveis. Formalize uma Teoria Microeconômica que fundamente os argumentos teóricos da sua pergunta. Deixe claro quais as referências da literatura que serviram de base para a construção de seu argumento teórico. Identifique a Hipótese econômica resultante de sua Teoria Micro. (Dica: aqui existem várias possibilidades de desenvolver seu argumento microeconômico. Uma possibilidade é adaptar um dos modelos vistos em aula, outra possibilidade é buscar um outro modelo microeconômico – no Google Scholar, por exemplo – para usar como referência teórica. Esperamos que este modelo esteja bem alinhado à pergunta de pesquisa e que tenha como desfecho a Hipótese Econômica a ser testada nos itens seguintes.)**

**Pergunta de pesquisa**

A pergunta de pesquisa a ser investigada pelo grupo é: “**Como a formação do professor (posse de mestrado) modera o efeito do tamanho da turma no desempenho dos alunos em Português?**”. Esse questionamento surge da observação de que a qualificação dos professores pode desempenhar um papel fundamental na forma como o tamanho da turma influencia o desempenho acadêmico dos alunos. Especificamente, deseja-se entender se professores com mestrado são mais capazes de mitigar os efeitos negativos de turmas grandes ou se amplificam os efeitos positivos de turmas menores.

**Teoria Microeconômica**

Para formular uma teoria microeconômica que fundamente essa pergunta, podemos nos basear no modelo de produção educacional e no modelo de tamanho da turma de Edward Lazear (2001), além de elementos do modelo de formação de capital humano de Cunha e Heckman (2007), também levantados em Schreens (1997).

A educação pode ser vista como um processo de produção, onde diversos insumos (como o tamanho da turma, a qualificação do professor e as características do aluno) afetam o produto final, que é o desempenho acadêmico. A função de produção educacional pode ser descrita por:

Onde:

* é o desempenho educacional do aluno (no caso, medido pelo score em português);
* é o tamanho da turma (pequena, regular ou com assistente);
* é a qualidade do professor, medido pelo seu nível de instrução (que nesse caso, estará associado a uma variável binária , indicando se o professor possui mestrado ou não;
* são as características dos alunos (gênero, etnia, nível socioeconômico etc.).

Dentro desse modelo, o desempenho educacional depende diretamente da interação entre o tamanho da turma e a qualidade do professor . Professores com maior qualificação (no caso, mestrado) podem ser mais eficazes ao lidar com turmas maiores, ou podem amplificar os benefícios de turmas menores, onde a atenção individual pode ser maximizada.

Segundo Lazear (2001), o aprendizado em sala de aula pode ser prejudicado por externalidades negativas, ou seja, disrupções causadas por alunos que afetam o aprendizado de toda a turma. Essas disrupções são mais prováveis em turmas maiores, onde o controle individual dos alunos é mais difícil.

Lazear sugere que a probabilidade de disrupção em uma sala de aula aumenta com o tamanho da turma e que a presença de professores mais qualificados pode mitigar esses efeitos. Professores mais experientes e qualificados (como aqueles com mestrado) podem ser mais eficazes em manter a disciplina e maximizar o aprendizado, mesmo em turmas maiores.

A probabilidade de que todos os alunos se comportem adequadamente é representada por , onde é a probabilidade de que um aluno esteja se comportando adequadamente e é o tamanho da turma. Assim, a disrupção em uma turma de alunos ocorre com probabilidade . Professores com melhor qualificação podem aumentar p, reduzindo a disrupção em turmas maiores.

Combinando os conceitos de produção educacional e externalidades no aprendizado de Lazear, podemos propor o seguinte modelo teórico para o impacto da formação dos professores no efeito do tamanho da turma:

Onde:

* **​**: Captura o efeito direto do tamanho da turma. Espera-se que turmas maiores tenham um efeito negativo no desempenho ().
* **​​**: Captura o efeito da formação do professor. Espera-se que professores com mestrado tenham um impacto positivo no desempenho dos alunos ().
* **​​**: Representa a interação entre o tamanho da turma e a qualificação do professor. Se , isso indica que professores com mestrado conseguem mitigar os efeitos negativos de turmas maiores ou maximizar os benefícios de turmas menores.
* : Captura o efeito das características dos alunos no desempenho educacional.

**Referências Teóricas**

1. **Edward Lazear (2001)**: A teoria de Lazear sobre o tamanho da turma e a disrupção do aprendizado é central para essa análise. Ele propõe que o tamanho da turma deve ser reduzido quando o comportamento dos alunos é problemático, mas professores mais qualificados podem mitigar a necessidade de turmas menores ao reduzir a disrupção.
2. **Cunha e Heckman (2007)**: O modelo de formação de capital humano de Cunha e Heckman sugere que investimentos em qualificação dos professores (por meio de formação como mestrado) podem melhorar o capital humano dos alunos, influenciando diretamente o desempenho ao longo da vida.
3. **Krueger (1999)**: O estudo empírico sobre o Projeto STAR sugere que turmas menores têm um impacto positivo no desempenho dos alunos, especialmente nas séries iniciais. A qualificação dos professores pode amplificar esse efeito.
4. **Schreens (1997)**: O artigo de Scheerens oferece uma visão sobre modelos de eficácia escolar e fatores que afetam o desempenho dos alunos, incluindo a importância da qualidade do professor e o ambiente escolar como mediadores dos resultados educacionais.

**Hipótese Econômica**

A hipótese econômica resultante dessa teoria é de que **Professores com formação mais avançada (possuindo mestrado) mitigam os efeitos negativos do tamanho da turma no desempenho dos alunos, ou amplificam os efeitos positivos de turmas menores.**

Essa hipótese sugere que a interação entre a formação do professor e o tamanho da turma é fundamental para determinar o impacto no desempenho dos alunos em português. Portanto, espera-se que professores com mestrado tenham um efeito positivo maior em turmas menores, mas possam também amenizar os impactos negativos em turmas maiores.Parte superior do formulário

Parte inferior do formulário

**B) Elabore algumas estatísticas descritivas da variável de score de português e da formação dos professores, de modo a caracterizar os três tipos de turmas. Interprete seus resultados.**

Com base nas estatísticas descritivas por tipo de turma fornecidas no quadro de estimações, é possível analisar algumas informações importantes sobre o desempenho dos alunos em leitura e a formação dos professores em cada tipo de turma (pequena, regular e com assistente).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estatísticas Descritivas por Tipo de Turma** | | | | | | |
|  | | | | | | |
|  | small | regular | aide | mean\_readscore | mean\_tchmasters | n |
|  | | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 435.438 | 0.368 | 2,043 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 434.733 | 0.365 | 2,005 |
| 3 | 1 | 0 | 0 | 440.552 | 0.318 | 1,738 |

**Quadro 1 – Quadro de estimações das estatísticas descritivas**

**Análise das Estatísticas Descritivas**

Turmas pequenas (*small = 1*) apresentaram um desempenho médio de leitura de 440,552, o maior entre os três tipos de turma. Isso sugere que a menor quantidade de alunos por professor pode proporcionar uma atenção mais individualizada, potencializando o aprendizado dos alunos. A média superior em leitura para essas turmas está de acordo com a hipótese econômica de que turmas menores oferecem um ambiente mais propício para o aprendizado.

As turmas regulares (*regular = 1*) apresentaram uma média de 434,733 no score de leitura. Esse valor é ligeiramente inferior ao das turmas com assistente, mas ambos são menores do que a média observada em turmas pequenas. As turmas regulares têm um número maior de alunos por professor, o que pode reduzir a capacidade de atenção individualizada e, consequentemente, impactar o desempenho médio dos estudantes.

As turmas com assistente (*aide = 1*) registraram uma média de 435,438 no score de leitura, ligeiramente superior à das turmas regulares. A presença de um assistente pode ter contribuído para um leve aumento na atenção dedicada aos alunos, resultando em um desempenho um pouco melhor do que nas turmas regulares, mas ainda abaixo do desempenho das turmas pequenas.

A proporção de professores com mestrado é maior nas turmas com assistente (36,8%) e nas turmas regulares (36,5%), enquanto nas turmas pequenas essa proporção é menor (31,8%). Isso sugere que professores com maior formação tendem a ser alocados em turmas onde a necessidade de manejo de um maior número de alunos é maior (como em turmas regulares e com assistente), possivelmente para ajudar a mitigar os desafios de lidar com turmas maiores.

A menor proporção de professores com mestrado em turmas pequenas pode ser vista como uma compensação pela própria vantagem estrutural dessas turmas em oferecer um ambiente mais favorável ao aprendizado devido ao número reduzido de alunos. Ou seja, a menor proporção de professores qualificados pode ser compensada pela maior capacidade de atenção individual.

As turmas com assistente têm o maior número de alunos, com 2.043 observações, seguidas pelas turmas regulares com 2.005 alunos. As turmas pequenas têm o menor número de alunos, com 1.738 observações. Essa distribuição reflete a implementação do experimento STAR, que buscou investigar o impacto do tamanho das turmas no desempenho dos alunos.

As estatísticas descritivas sugerem que há uma relação significativa entre o tamanho da turma e o desempenho dos alunos, confirmando aspectos importantes da hipótese econômica proposta. As turmas pequenas apresentam uma média de desempenho em leitura superior, o que pode ser explicado pela maior atenção que cada aluno recebe de seu professor. Esse resultado está alinhado com a ideia de que, em turmas menores, há menos disrupções e maior capacidade de adaptação do professor às necessidades individuais dos alunos, como sugerido pela teoria de Lazear (2001).

Por outro lado, a maior presença de professores com formação avançada (mestrado) nas turmas regulares e com assistente indica uma estratégia de alocação onde a formação dos professores pode ser utilizada para mitigar os desafios de lidar com um número maior de alunos. Mesmo assim, o desempenho nessas turmas é inferior ao das turmas pequenas, o que sugere que, embora a formação do professor seja importante, o tamanho da turma tem um papel crucial no desempenho dos alunos.

Essas observações sustentam a hipótese de que professores com formação avançada podem ajudar a melhorar o desempenho em turmas maiores, mas as turmas pequenas, por si só, já proporcionam um ambiente mais propício ao aprendizado, independentemente da formação do professor. Em termos de formulação de políticas educacionais, isso implica que a redução do tamanho das turmas pode ser uma estratégia eficaz para melhorar o desempenho dos alunos, especialmente em contextos onde é difícil garantir a presença de professores altamente qualificados em todas as salas.

Portanto, as estatísticas descritivas fornecem uma base inicial que corrobora a necessidade de se investigar mais a fundo a interação entre a formação do professor e o tamanho da turma, algo que foi feito na análise econométrica subsequente. A análise desses dados descritivos destaca como as características estruturais das turmas e a formação dos professores se relacionam com os resultados educacionais, oferecendo um panorama mais amplo sobre o impacto de diferentes estratégias pedagógicas.Parte superior do formulárioParte inferior do formulário

Parte superior do formulárioParte inferior do formulário**C) Proponha e estime um modelo econométrico via regressão múltipla que teste a sua hipótese econômica (Dica: escreva a sua equação econométrica). Explique seu raciocínio e interprete seus resultados estimados.**

**Proposição do Modelo Econométrico**

Com base na hipótese econômica formulada anteriormente, a proposta é estimar um modelo que avalie como a formação do professor (possuir mestrado) influencia o efeito do tamanho da turma sobre o desempenho dos alunos. A equação econométrica que representa essa relação é dada por:

Onde:

* ​: Pontuação do aluno *i* em leitura.
* ​: Indicador de que o aluno está em uma turma pequena.
* ​: Indicador de que o aluno está em uma turma regular.
* ​: Indicador de que o aluno está em uma turma com assistente.
* ​: Indicador de que o professor do aluno possui mestrado.
* ​: Indicador de que o aluno é do sexo masculino.
* ​: Indicador de que o aluno é negro.
* ​: Indicador de que o aluno recebe almoço gratuito (proxy de nível socioeconômico).
* ​: Termo de erro que captura fatores não observados.

**Interpretação dos parâmetros**

A interpretação dos coeficientes é a seguinte:

* ​ (): Estima o efeito de estar em uma turma pequena sobre o desempenho em leitura, mantendo os demais fatores constantes. Um coeficiente positivo indica que turmas pequenas têm um impacto positivo no desempenho dos alunos.
* ​ (): Mede o efeito de ter um professor com mestrado no desempenho em leitura, independentemente do tamanho da turma. Um valor positivo sugere que professores com mestrado melhoram o desempenho dos alunos.
* (): Captura a interação entre estar em uma turma pequena e ter um professor com mestrado. Um coeficiente negativo indicaria que, em turmas pequenas, a vantagem de ter um professor com mestrado é menor do que em outros contextos.
* ​ (): Representa o impacto de estar em uma turma regular em comparação com outras categorias de tamanho de turma.
* ​ (): Avalia como a qualificação do professor (mestrado) interage com o fato de a turma ser regular, podendo indicar se essa formação é mais ou menos relevante em turmas regulares.
* ​ (): Estima o efeito de estar em uma turma com professor assistente, mantendo os demais fatores constantes. Um coeficiente positivo indica que turmas com professores assistentes têm um impacto positivo no desempenho dos alunos
* ​ (): Avalia como a qualificação dos professores (mestrado) interage com o fato da turma ter um professor assistente, estimando e podendo apontar se a formação é relevante ou não para turmas com assistentes.
* : Capturam o efeito das características dos alunos, como sexo, raça e nível socioeconômico, no desempenho educacional.

**Resultados estimados**

|  |  |
| --- | --- |
| **Resultados da Regressão Múltipla** | |
|  | |
|  | *Dependent variable:* |
|  |  |
|  | readscore |
|  | |
| small1 | 7.323\*\*\* |
|  | (1.176) |
|  |  |
| regular1 | 0.412 |
|  | (1.164) |
|  |  |
| tchmasters | 3.688\*\* |
|  | (1.517) |
|  |  |
| boy | -5.553\*\*\* |
|  | (0.726) |
|  |  |
| black | -7.436\*\*\* |
|  | (1.457) |
|  |  |
| freelunch | -14.704\*\*\* |
|  | (0.873) |
|  |  |
| small1:tchmasters | -5.845\*\*\* |
|  | (2.147) |
|  |  |
| regular1:tchmasters | -4.366\*\* |
|  | (2.069) |
|  |  |
| Constant | 446.135\*\*\* |
|  | (1.800) |
|  |  |
|  | |
| Observations | 5,786 |
| R2 | 0.286 |
| Adjusted R2 | 0.285 |
| F Statistic | 484.438\*\*\* |
|  | |
| *Note:* | \*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01 |

**Quadro 2 – Quadro de estimações da regressão inicial**

**Interpretação dos Resultados**

A interpretação dos resultados da regressão múltipla visa entender como o tamanho da turma, a formação dos professores e suas interações afetam o desempenho dos alunos em leitura. A análise nos ajuda a verificar a validade da hipótese econômica proposta, que sugere que professores com formação avançada (mestrado) podem influenciar os efeitos do tamanho da turma no aprendizado dos alunos.

Os resultados revelam alguns padrões significativos que nos permitem entender melhor a dinâmica entre o tamanho da turma, a qualificação dos professores e o desempenho dos alunos em leitura:

1. **Impacto de Estar em Turmas Pequenas**:
   * O coeficiente para a variável *small1* é 7.323 e significativo ao nível de 1% (indicado por \*\*\*). Isso significa que, em média, alunos em turmas pequenas têm um desempenho superior em leitura em comparação com aqueles em outros tipos de turma, mantendo as demais variáveis constantes.
   * Esse efeito positivo é consistente com a hipótese de que turmas menores permitem uma atenção mais individualizada por parte dos professores, o que resulta em um ambiente de aprendizado mais propício. A significância desse coeficiente sugere que a redução do tamanho da turma é uma política eficaz para melhorar o desempenho dos alunos.
2. **Formação do Professor**:
   * O coeficiente de *tchmasters* (indicador de que o professor possui mestrado) é 3.688 e significativo ao nível de 5%. Isso sugere que, independentemente do tamanho da turma, alunos cujos professores possuem mestrado tendem a ter um desempenho superior em leitura.
   * Esse resultado reforça a ideia de que a formação acadêmica dos professores contribui de forma significativa para a qualidade do ensino, beneficiando os alunos diretamente. A presença de professores com maior qualificação pode trazer um melhor aproveitamento do conteúdo em sala de aula.
3. **Interação entre Turmas Pequenas e Formação dos Professores**:
   * O coeficiente da interação *small1:tchmasters* é -5.845 e significativo ao nível de 1%. Esse coeficiente negativo indica que, embora estar em uma turma pequena seja benéfico e ter um professor com mestrado também seja vantajoso, a combinação desses fatores reduz um pouco a vantagem adicional que seria esperada de cada um individualmente.
   * Isso pode ser interpretado como uma certa substituição de efeitos: em um ambiente de turma pequena, onde a atenção individualizada já é naturalmente maior, a qualificação extra do professor (ter mestrado) tem um impacto relativamente menor. Em outras palavras, a melhoria proporcionada por um professor com mestrado é mais pronunciada em turmas maiores, onde o desafio de gerenciar a sala é maior e a experiência e formação adicional do professor podem ser melhor aproveitadas.
4. **Impacto de Turmas Regulares e Com Assistente**:
   * A variável *regular1* apresenta um coeficiente de 0.412, mas não é estatisticamente significativa, sugerindo que, por si só, estar em uma turma regular não tem um impacto claro no desempenho dos alunos em relação aos demais tipos de turma.
   * A interação *regular1:tchmasters*, com um coeficiente de -4.366 e significativo ao nível de 5%, sugere que, em turmas regulares, a vantagem de ter um professor com mestrado é reduzida, de maneira similar ao que foi observado em turmas pequenas, mas de forma menos intensa. Isso pode indicar que a complexidade de lidar com um número maior de alunos em turmas regulares faz com que a qualificação do professor se torne menos diferenciadora.
5. **Efeitos das Características dos Alunos**:
   * As variáveis *boy* e *black* têm coeficientes negativos de -5.553 e -7.436, respectivamente, ambos significativos ao nível de 1%. Esses resultados indicam que meninos e alunos negros, em média, têm desempenho inferior em leitura em comparação com outros grupos, mantendo constantes as demais variáveis. Esses coeficientes sugerem a presença de desigualdades estruturais que afetam o desempenho escolar, como diferenças de oportunidade e desafios socioeconômicos.
   * A variável *freelunch*, com um coeficiente de -14.704 e também significativa ao nível de 1%, reforça essa interpretação, indicando que alunos de menor nível socioeconômico (beneficiários de almoço gratuito) enfrentam maiores desafios no desempenho escolar.

Os resultados estimados da regressão confirmam parcialmente a hipótese econômica de que professores com formação avançada podem mitigar os efeitos negativos de turmas maiores. A qualificação dos professores, medida pelo indicador de mestrado, mostra um impacto positivo no desempenho dos alunos, mas a interação negativa com turmas menores sugere que os benefícios da formação do professor são mais pronunciados em turmas de maior tamanho. Isso corrobora a ideia de que, em ambientes de maior complexidade (como turmas maiores), a formação e experiência do professor desempenham um papel ainda mais crítico para o sucesso dos alunos.

A análise também destaca a importância de considerar não apenas as características dos professores e do tamanho das turmas, mas também as desigualdades socioeconômicas e raciais que afetam o aprendizado. Alunos de grupos historicamente desfavorecidos apresentam desafios adicionais que precisam ser enfrentados para garantir um ambiente de aprendizado mais equitativo.

Em suma, os resultados da regressão sugerem que políticas educacionais que buscam melhorar o desempenho dos alunos devem considerar uma abordagem equilibrada entre a redução do tamanho das turmas e o investimento na qualificação dos professores. Em contextos onde reduzir o tamanho das turmas não é viável, investir na formação dos professores pode ser uma estratégia eficaz para compensar os desafios de um número maior de alunos por sala. Além disso, é fundamental que políticas de apoio sejam direcionadas para grupos vulneráveis, de forma a diminuir as disparidades no desempenho educacional.Parte superior do formulárioParte inferior do formulário

Parte superior do formulário

Parte inferior do formulário

**D) Adicione, ao modelo resultante do item anterior, variáveis indicativas de cada escola: 𝑒𝑠𝑐𝑜𝑙𝑎𝑗 = {1, se o estudante é aluno da escola 𝑗 0, caso contrário}. Explique o que representa a inclusão das variáveis 𝑒𝑠𝑐𝑜𝑙𝑎𝑗 nesta regressão. Teste a significância conjunta dos efeitos fixos das escolas. A inclusão destas variáveis altera as estimativas dos coeficientes de interesse? Interprete seus resultados.**

Para aprimorar o modelo econométrico anteriormente estimado, incluímos variáveis indicativas de cada escola, que atuam como efeitos fixos para capturar as características específicas de cada instituição que possam influenciar o desempenho dos alunos. A equação econométrica com a inclusão dos efeitos fixos é a seguinte:

Onde:

* ​ são variáveis indicativas para cada escola *j*, que assumem valor 1 se o aluno *i* pertence à escola *j* e 0 caso contrário.
* representa os efeitos fixos das escolas, que controlam características específicas de cada escola, como infraestrutura, métodos de ensino, cultura organizacional, entre outros.

A inclusão das variáveis ​ permite que o modelo capture as diferenças específicas entre as escolas que podem impactar o desempenho dos alunos, mas que não são diretamente observadas nos dados. Essas diferenças podem incluir aspectos como a qualidade da gestão escolar, políticas internas, infraestrutura, ambiente social e outras características que influenciam o aprendizado, mas que não são mensuradas diretamente.

Ao incluir essas variáveis, o modelo ajusta a comparação entre os alunos considerando que os estudantes de uma mesma escola estão expostos a contextos e recursos semelhantes. Isso elimina o viés que poderia surgir de comparar alunos de diferentes escolas sem considerar essas diferenças específicas.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Modelos de Efeitos Fixos e Aleatórios com Teste de Hausman** | | |
|  | | |
|  | *Dependent variable:* | |
|  |  | |
|  | readscore | |
|  | (1) | (2) |
|  | | |
| small1 | 7.356\*\*\* | 7.323\*\*\* |
|  | (1.182) | (1.176) |
|  |  |  |
| regular1 | 0.386 | 0.412 |
|  | (1.171) | (1.164) |
|  |  |  |
| tchmasters | 3.666\*\* | 3.688\*\* |
|  | (1.540) | (1.517) |
|  |  |  |
| boy | -5.494\*\*\* | -5.553\*\*\* |
|  | (0.726) | (0.726) |
|  |  |  |
| black | -8.067\*\*\* | -7.436\*\*\* |
|  | (1.561) | (1.457) |
|  |  |  |
| freelunch | -14.700\*\*\* | -14.704\*\*\* |
|  | (0.878) | (0.873) |
|  |  |  |
| small1:tchmasters | -5.823\*\*\* | -5.845\*\*\* |
|  | (2.169) | (2.147) |
|  |  |  |
| regular1:tchmasters | -4.268\*\* | -4.366\*\* |
|  | (2.093) | (2.069) |
|  |  |  |
| Constant |  | 446.135\*\*\* |
|  |  | (1.800) |
|  |  |  |
|  | | |
| Efeitos Fixos | Sim | Não |
| Teste de Hausman | Chi-Square: 25.338 |  |
| df | 8 |  |
| p-value | 0.001 |  |
| Observations | 5,786 | 5,786 |
| R2 | 0.076 | 0.286 |
| Adjusted R2 | 0.063 | 0.285 |
| F Statistic | 58.982\*\*\* (df = 8; 5699) | 484.438\*\*\* |
|  | | |
| *Note:* | \*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01 | |

**Quadro 3 – Quadro de estimações com efeitos fixos e aleatórios**

No modelo com efeitos fixos, observamos que as variáveis relacionadas ao tamanho da turma e à qualificação dos professores, como *small1*, *regular1*, e *tchmasters*, mantêm coeficientes semelhantes aos do modelo sem efeitos fixos. Por exemplo, o coeficiente de *small1*, que mede o impacto de estar em uma turma pequena, é de 7.356 no modelo com efeitos fixos e de 7.323 no modelo sem efeitos fixos. Ambos são significativos ao nível de 1%, sugerindo que a conclusão sobre o impacto positivo das turmas pequenas no desempenho dos alunos é robusta, mesmo quando controlamos para as diferenças entre as escolas.

A principal diferença entre os modelos surge na interpretação das interações entre as variáveis de tamanho da turma e a formação dos professores. No caso da interação *small1:tchmasters*, que é de -5.823 no modelo com efeitos fixos e -5.845 no modelo sem efeitos fixos, a magnitude ligeiramente diferente sugere que, ao controlar para as características específicas das escolas, o efeito moderador da formação dos professores em turmas pequenas se torna um pouco menos negativo. Isso pode indicar que parte da variação que poderia ser atribuída à interação é, na verdade, capturada pelas diferenças estruturais entre as escolas.

O teste de Hausman, que compara a consistência dos coeficientes entre os modelos de efeitos fixos e aleatórios, apresenta um p-valor de 0.001. Esse resultado indica que os coeficientes do modelo de efeitos aleatórios são viesados, ou seja, que há correlação entre as variáveis explicativas e os efeitos específicos das escolas. Isso leva à conclusão de que o modelo de efeitos fixos é preferível, pois ele oferece estimativas mais consistentes ao controlar para características não observadas das escolas que poderiam influenciar os resultados dos alunos.

Ao incluir efeitos fixos das escolas, o modelo ajusta as diferenças entre as instituições, permitindo uma análise mais precisa do impacto do tamanho da turma e da formação dos professores no desempenho dos alunos. No modelo sem efeitos fixos, a variabilidade entre as escolas não é controlada, o que pode superestimar ou subestimar os efeitos das variáveis explicativas. A partir dos resultados obtidos, é claro que o modelo de efeitos fixos oferece uma visão mais precisa do impacto das intervenções, já que leva em conta a heterogeneidade existente entre as diferentes escolas do experimento.

Em resumo, a inclusão dos efeitos fixos não altera drasticamente as conclusões gerais sobre os impactos do tamanho da turma e da formação dos professores, mas melhora a precisão das estimativas. Isso é particularmente importante em contextos educacionais onde diferenças estruturais entre escolas, como métodos de ensino e qualidade da infraestrutura, podem influenciar significativamente o desempenho dos alunos. A análise nos permite afirmar que, mesmo considerando essas diferenças, turmas menores continuam a ser associadas a um melhor desempenho em leitura, e professores com formação avançada mantêm um efeito positivo, embora as vantagens dessa formação sejam mais visíveis em contextos de maior complexidade, como em turmas maiores.

Parte superior do formulário

Parte inferior do formulário

**E) Uma forma de checar se aleatorização dos estudantes foi bem-executada é estimar um modelo de probabilidade linear que regrida *small* sobre as outras características explicativas. Se a aleatorização foi bem-feita, podemos esperar coeficientes não significativos nesta regressão. Por quê? Estime este modelo e discuta seus resultados.**

A análise da aleatorização dos alunos é fundamental para garantir a validade dos resultados de um experimento como o Projeto STAR. Para verificar se a aleatorização foi bem-feita, estimamos um modelo que regressa a variável *small* sobre algumas características explicativas dos alunos, como *boy* (indicador de sexo masculino), *black* (indicador de raça negra) e *freelunch* (indicador de baixo nível socioeconômico, baseado no recebimento de almoço gratuito).

|  |  |
| --- | --- |
| **Verificação da Aleatorização** | |
|  | |
|  | *Dependent variable:* |
|  |  |
|  | small |
|  | |
| boy | 0.001 |
|  |  |
|  |  |
| black | -0.010 |
|  |  |
|  |  |
| freelunch | -0.008 |
|  |  |
|  |  |
| Constant | 1.306 |
|  |  |
|  |  |
|  | |
| Observations | 5,786 |
|  | |
| *Note:* | \*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01 |

**Quadro 4 – Quadro de estimações em *small***

A ideia por trás dessa análise é simples: se a aleatorização foi executada corretamente, a alocação dos alunos em turmas pequenas, regulares ou com assistente não deve ser influenciada pelas características dos alunos. Em outras palavras, o processo de alocação deveria ser aleatório, o que significa que não haveria uma relação estatisticamente significativa entre as características dos alunos e a probabilidade de estarem em uma turma pequena. Assim, esperamos que os coeficientes das variáveis explicativas (*boy*, *black* e *freelunch*) sejam não significativos, indicando que essas características não influenciaram a probabilidade de um aluno ser colocado em uma turma pequena.

A regressão foi estimada e os resultados principais são os seguintes:

* O coeficiente para *boy* é 0.001, o que indica uma relação muito pequena e não significativa entre ser do sexo masculino e a probabilidade de estar em uma turma pequena.
* O coeficiente de *black* é -0.010, sugerindo uma relação ligeiramente negativa entre ser um aluno negro e a probabilidade de estar em uma turma pequena, mas essa relação também não é significativa.
* O coeficiente para *freelunch* é -0.008, indicando uma pequena relação negativa entre ser beneficiário de almoço gratuito e a probabilidade de estar em uma turma pequena, mas também sem significância estatística.

Todos os coeficientes estimados são próximos de zero e não apresentam significância estatística ao nível usual de 5% ou 1%. Esse padrão de resultados sugere que as variáveis explicativas, que representam características dos alunos, não influenciam significativamente a alocação dos estudantes em turmas pequenas.

Os resultados indicam que a alocação dos alunos em turmas de tamanhos diferentes foi feita de forma aproximadamente aleatória, o que é desejável em um experimento controlado. A ausência de significância dos coeficientes implica que a probabilidade de um aluno ser alocado em uma turma pequena não varia de forma sistemática com as características como sexo, etnia ou condição socioeconômica. Isso reforça a validade do experimento, pois sugere que diferenças observadas no desempenho dos alunos entre os tipos de turma podem ser atribuídas ao efeito do tamanho da turma, em vez de serem explicadas por diferenças pré-existentes nas características dos alunos.

A aleatorização é essencial para garantir que os grupos comparados sejam similares em termos de características observáveis e não observáveis, reduzindo a possibilidade de viés na comparação dos efeitos das turmas pequenas, regulares e com assistente. Caso os coeficientes tivessem sido significativos, isso indicaria que as características dos alunos influenciaram a probabilidade de estarem em diferentes tipos de turma, comprometendo a validade dos resultados e sugerindo a necessidade de métodos adicionais para controlar essas diferenças.

Dessa forma, o resultado do teste de aleatorização confirma que as conclusões sobre os efeitos do tamanho da turma no desempenho dos alunos, como estimado nas regressões anteriores, são robustas, uma vez que a alocação aleatória dos alunos foi bem-sucedida e não introduziu viés sistemático no experimento.

Parte superior do formulário

Parte inferior do formulário

**Referências**

Bietenbeck, J. (2020). **The long-term impacts of low-achieving childhood peers: evidence from Project STAR**. Journal of the European Economic Association, 18(1), 392-426.

Chetty, R., Friedman, J. N., Hilger, N., Saez, E., Schanzenbach, D. W., & Yagan, D. (2011). **How does your kindergarten classroom affect your earnings? Evidence from Project STAR**. The Quarterly Journal of Economics, 126(4), 1593-1660.

Hojman, A., & Boo, F. L. (2022). **Public childcare benefits children and mothers: Evidence from a nationwide experiment in a developing country**. Journal of Public Economics, 212, 104686.

Krueger, A. B. (1999). **Experimental estimates of education production functions**. The Quarterly Journal of Economics, 114(2), 497-532.

Krueger, A. B., & Whitmore, D. M. (2001). **The effect of attending a small class in the early grades on college‐test taking and middle school test results: Evidence from Project STAR**. The Economic Journal, 111(468), 1-28. Mueller, S. (2013). Teacher experience and the class size effect—Experimental evidence. Journal of Public Economics, 98, 44-52.

Schanzenbach, D. W. (2006). **What have researchers learned from Project STAR?**. Brookings papers on education policy, (9), 205-228.

Schiman, C. (2022). **Experimental evidence of the effect of Head Start on mothers’ labor supply and human capital investments**. Review of Economics of the Household, 20(1), 199-241.

Jaap Scheerens (1997). **Conceptual Models and Theory‐Embedded Principles on Effective Schooling, School Effectiveness and School Improvement**: An International Journal of Research, Policy and Practice, 8:3, 269-310