

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIA

Henrique Augusto Torres Simplício

**ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E DE VULNERABILIDADE DO DESEMPENHO
ESCOLAR: UMA ANÁLISE POR INDICADORES REGIONAIS E DE
DESEMPENHO DO ALUNO NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Belo Horizonte

2022

Henrique Augusto Torres Simplício

**ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E DE VULNERABILIDADE DO DESEMPENHO
ESCOLAR: UMA ANÁLISE POR INDICADORES REGIONAIS E DE
DESEMPENHO DO ALUNO NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Neurociências.

Orientação: Vitor Geraldi Haase

Belo Horizonte

2022

043

Simplício, Henrique Augusto Torres.

Aspectos socioeconômicos e de vulnerabilidade do desempenho escolar: uma análise por indicadores regionais e de desempenho do aluno na educação básica [manuscrito] / Henrique Augusto Torres Simplício. – 2022.

188 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientadora: Vitor Geraldi Haase.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Neurociências.

1. Neurociências. 2. Desempenho Acadêmico. 3. Matemática. 4. Expectativa de Vida. 5. Experiências Adversas da Infância. I. Haase, Vitor Geraldi. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 612.8



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS

FOLHA DE APROVAÇÃO

ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E DE VULNERABILIDADE DO DESEMPENHO ESCOLAR: UMA ANÁLISE POR INDICADORES REGIONAIS E DE DESEMPENHO DO ALUNO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

HENRIQUE AUGUSTO TORRES SIMPLÍCIO

Tese submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em NEUROCIÊNCIAS, como requisito para obtenção do grau de Doutor em NEUROCIÊNCIAS, área de concentração NEUROCIÊNCIAS BÁSICAS.

Aprovada em 22 de março de 2022, pela banca constituída pelos membros:

Prof(a). Beatriz Vargas Dorneles

UFRGS

Prof(a). Jose Aparecido da Silva

USP/RP

Prof(a). Ricardo de Lins Horta

CADE

Prof(a). Carmen Elvira Flores-Mendoza Prado

UFMG

Prof(a). Vitor Geraldi Haase - Orientador

UFMG

Belo Horizonte, 22 de março de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Beatriz Vargas Dorneles, Usuário Externo**, em 17/03/2022, às 19:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vitor Geraldi Haase, Membro**, em 22/03/2022, às 07:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo de Lins e Horta, Usuário Externo**, em 22/03/2022, às 16:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carmen Elvira Flores Mendoza Prado, Professora do Magistério Superior**, em 24/03/2022, às 12:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **José Aparecido da Silva, Usuário Externo**, em 26/03/2022, às 12:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1314332** e o código CRC **5F86F8D6**.



Referência: Processo nº 23072.214307/2022-61

SEI nº 1314332

Resumo

A educação tem se constituído como um dos principais ativos do desenvolvimento na sociedade pós-Revolução Industrial. Nos dois últimos séculos, diferentes campos de estudo forneceram teorias e modelos preditivos na tentativa de compreender aspectos capazes de produzir e frear o desempenho educacional. Ciências Sociais, Psicologia Cognitiva e, mais recentemente, a Neurociências forneceram através de teorias ecológicas, comportamentais, cognitivas e evolucionárias, alguns dos preditores capazes de avaliar como o desempenho educacional poderia ser afetado. Com intuito de integrar estas abordagens, através de indicadores socioeconômicos, o presente estudo tem por intuito avaliar o efeito múltiplo de vulnerabilidades no desempenho educacional. Para analisar os resultados, foram realizados dois estudos empíricos representativos do território brasileiro. No primeiro, adotamos regressões lineares e de árvores de regressão na avaliação de como indicadores sociodemográficos explicam o desempenho da Matemática e Língua Portuguesa nas 510 regiões intermediárias do país. Entre os resultados, são discutidos como indicadores de saúde explicam parte significativa dos modelos paramétricos e não paramétricos adotados. O segundo estudo toma como unidade de análise os alunos da educação básica. Este estudo mede o desempenho matemático de estudantes do 5º, 9º e dos 3º anos do ensino médio através de uma amostra significativa (N = 5,398,001) dos estudantes brasileiros. Neste estudo são avaliados dezenas de preditores que avaliam características do aluno, família, escola e cidade. Implicações cognitivas, ambientais e do desenvolvimento são discutidas nos resultados avaliando o efeito da vulnerabilidade e da reprovação no desempenho acadêmico em cada um dos anos avaliados. Na parte final do trabalho, são discutidos aspectos epistemológicos e de acessibilidade do ensino brasileiro.

Palavras-Chave: Desempenho acadêmico. Expectativa de vida. Desempenho matemático. CART. SES. Vulnerabilidade. Experiências Adversas na Infância.

Abstract

Education has been constituted as one of the main assets of development in post-Industrial Revolution society. In the last two centuries, different fields of study have provided theories and predictive models in an attempt to understand aspects capable of producing and restraining educational performance. Social Sciences, Cognitive Psychology, and more recently Neuroscience have provided through ecological, behavioral, cognitive, and evolutionary theories, some of the predictors capable of evaluating how educational performance could be affected. In order to integrate these approaches, through socioeconomic indicators, this study aims to assess the multiple effect of vulnerabilities on educational performance. To analyze the results, we conducted two empirical studies representatives of the Brazilian territory. In the first, we adopt linear and regression tree regressions in assessing how sociodemographic indicators explain Mathematics and Portuguese Language performance in the 510 intermediate regions of the country. Among the results, it is discussed how health indicators explain a significant part of the parametric and nonparametric models adopted. The second study takes basic education students as the unit of analysis. This study measures the mathematics performance of 5th, 9th, and 3rd grade high school students using a significant sample ($N = 5,398,001$) of Brazilian students. Dozens of predictors assessing student, family, school, and city characteristics are assessed in this study. Cognitive, environmental, and developmental implications are discussed in the results assessing the effect of vulnerability and failure on academic performance in each of the years assessed. In the final part of the paper, epistemological and accessibility aspects of Brazilian education are discussed.

Keywords: Educational achievement. Life-expectancy. Math achievement. CART. SES. Vulnerability. ACE

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de Mediação	19
Figura 2. Modelo de Moderação	20
Figura 3. Modelo Diátese-Estresse em psicopatologia	30
Figura 4. Modelo de diátese-estresse do comportamento agressivo	31
Figura 5. Modelo de Diátese-estresse da depressão	32
Figura 6. Modelo de mediação cognitiva para os transtornos externalizantes	35
Figura 7. Modelo de mediação cognitiva para os transtornos internalizantes	36
Figura 8. Socialização primária e estratégias reprodutivas	43
Figura 9. Desempenhos educacionais por microrregião	96
Figura 10. Correlação entre variáveis	96
Figura 11. Distância de Cook's dos modelos de matemática e língua portuguesa	100
Figura 12. Z.Resíduos padronizados e distribuição dos resíduos das regressões	100
Figura 13. Árvore de Regressão da Matemática por Região	103
Figura 14. Árvore de Regressão da Língua Portuguesa por Região	104
Figura 15. Árvore de Regressão do Quinto ano	127
Figura 16. Árvore de Regressão do Nono Ano	128
Figura 17. Árvore de Regressão Terceiro ano do Ensino Médio	130
Figura 18. Adaptation Loop	173

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fontes de informações das variáveis preditoras e desfecho	92
Tabela 2. Estatísticas descritivas das variáveis preditoras	93
Tabela 3. <i>Best subset</i> modelos lineares do desempenho acadêmico	98
Tabela 4. Coeficientes de Regressão dos modelos da matemática e da língua portuguesa	99
Tabela 5. Resumo dos modelos lineares	100
Tabela 6. Descrição da amostra	122
Tabela 7. Dimensão e Peso das Dimensões do Índice de Vulnerabilidade Social	124
Tabela 8. Problemas da Extensão segundo Freire	149

LISTA DE SIGLAS

AAE	Ambiente de Adaptação Evolutivo
AEI	Água e Esgoto Inadequados
AIC	Akaike information criterion
APA	American Psychological Association
ANA	Avaliação Nacional da Alfabetização
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CART	Classification and Regression Trees
CLX	Domicílios sem Coleta de Lixo
Cp	Mallow's (Cp)
DESEM	Jovens com idade igual ou maior a 18 anos procurando emprego na última semana
EAI	Experiências Adversas na Infância
FGV	Fundação Getúlio Vargas
GINI	Índice de gini
GR	Receptor glicocorticoide
GRAV	Gravidez na Adolescência
ETS	Educational Testing Service
EXP	Expectativa de Vida
IBGE	Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística
INAF	Índice de Analfabetismo Funcional
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
INF	Trabalho Infantil
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IVS	Índice de Vulnerabilidade Social
LP	Desempenhos de língua portuguesa
LHHA	Límbico-hipotalâmico-hipofisário-adrenal
MAO-A	Monoaminoxidase A
MT	Desempenhos da matemática
MSF	Porcentagem de mães nas regiões que não completaram o ensino fundamental
MORT	Mortalidade infantil
ONU	Organização das Nações Unidas (ONU)
PISA	Programme for International Student Assessment
REN	Renda per capita

VIF	Variance Inflation Factor
VIO	Mortes intencionais por cem mil habitantes
SAEB	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
SUS	Sistema Único de Saúde

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
PARTE I - EVOLUÇÃO, EXPERIÊNCIAS ADVERSAS E INDICADORES EDUCACIONAIS	15
Capítulo 1 - Estratégias reprodutivas: por que algumas famílias investem menos na educação dos filhos?.....	15
Capítulo 2 - Como as Experiências Adversas na Infância (EAI) afetam o Desfecho Escolar?	54
Capítulo 3 - Qual a importância dos indicadores Nacionais de Educação? Uma análise exploratória do SAEB.....	70
PARTE II - VULNERABILIDADE E ASPECTOS SOCIODEMOGRÁFICOS DO DESEMPENHO ACADÊMICO	85
Capítulo 4 - Aspectos múltiplos da vulnerabilidade no aprendizado: Uma avaliação nacional das regiões através de regressões lineares e de árvore	85
Capítulo 5 - O desempenho da matemática é mais afetado no início do que no final da educação básica por vulnerabilidade social medida no nível do município: um estudo populacional.....	117
PARTE III - EPISTEMOLOGIAS E BARREIRAS EDUCACIONAIS	139
Capítulo 6 - Neuropsicologia Escolar e Interdisciplinaridade: Filosofias Educacionais e Obstáculos Epistemológicos	139
Capítulo 7 - O ensino público brasileiro é inclusivo com as crianças com dificuldade de aprendizagem?	155
Capítulo 8 - Cognitive Research and Mathematics Education: How Can Basic Research Reach the Classroom?.....	168
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	176
APÊNDICE	178

INTRODUÇÃO

A presente tese é apresentada como pré-requisito da defesa de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Neurociências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Este estudo busca avaliar como as diferentes formas de experiências adversas e vulnerabilidades como violência escolar, mortalidade infantil, reprovação, tipo de escola, expectativa de vida, densidade habitacional, acesso à dispositivos computacionais, interação com o desenvolvimento e, principalmente, com o desempenho educacional. Para tanto, este trabalho foi dividido em três partes contendo quatro capítulos em pré-publicação, dois estudos empíricos ainda não publicados, e um artigo teórico e um capítulo já publicados.

A Parte I - Evolução, Experiências adversas e Indicadores educacionais - é subdividida em três capítulos. No primeiro, avalia-se através da teoria evolucionária como a trajetória de vida pode motivar indivíduos a abdicarem dos estudos, engajando-se em comportamentos disruptivos ou acelerando seu desenvolvimento somático-reprodutivo ao longo da infância. Neste capítulo, o papel da família ganha destaque, juntamente com os aspectos socioecológicos do desenvolvimento.

No capítulo 2, é reunido um conjunto de estudos interdisciplinares avaliando as implicações dos efeitos das Experiências Adversas na Infância e Adolescência (EAIs) capazes de trazer prejuízos no desempenho e convívio escolar. Para tanto, foram sintetizados resultados avaliando as características do indivíduo, da família e da escola. No capítulo 3, é apresentado um panorama conceitual e histórico do principal instrumento de avaliação da educação básica na presente data, o SAEB (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica). O SAEB será o principal indicador educacional ao longo deste trabalho, especialmente nos dois estudos empíricos da Parte 2.

Na Parte II - Vulnerabilidade e Aspectos Sociodemográficos do Desempenho - os capítulos 4 e 5 avaliaram o efeito do desempenho escolar através de diferentes indicadores incluindo no primeiro estudo indicadores regionais de violência, mortalidade infantil, acesso a emprego, saneamento, desigualdade, bem como características do estudante, da sua família, escola e cidade no segundo estudo.

No capítulo 4 é avaliado o efeito de diversos indicadores socioeconômicos capazes de interferir no desempenho acadêmico da matemática e língua portuguesa. Neste estudo são avaliados os recortes de áreas intermédias entre municípios e unidades federativas, as microrregiões do Brasil, hoje denominadas pela classificação de 2017 do IBGE (Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística) de regiões imediatas. Neste estudo, adotamos duas técnicas estatísticas distintas nos desempenhos regionais da matemática e da língua portuguesa: Regressões Lineares Múltiplas e Árvores de Regressão.

No capítulo 5 o enfoque sobre as regiões é alterado para o aluno. Neste estudo, são avaliados dezenas de variáveis sociodemográficas além de um indicador geral de vulnerabilidade dos municípios na tentativa de analisar o desempenho matemático em três anos da educação básica: o quinto, Nono e terceiro ano do Ensino Médio.

Por fim, a Parte III da tese é denominada Epistemologias e Barreiras Educacionais no Ensino. O capítulo 6 avalia a diferença entre pressupostos teóricos epistemológicos da neuropsicologia e educacionais que, por vezes, inviabilizam uma prática de pesquisa e intervenção integrada na avaliação e intervenção de desfechos educacionais.

No capítulo 7, são avaliados alguns desafios educacionais no país relacionados à inclusão e acessibilidade do ensino brasileiro. Por fim, no Capítulo 8 são apresentadas algumas sugestões sobre como a pesquisa cognitiva pode alcançar a sala de aula, apresentando alguns desafios na integração da pesquisa básica e aplicada.

Através destes capítulos, o estudo tentou aproximar as abordagens da psicologia cognitiva, evolucionária e do desenvolvimento da pesquisa educacional, econômica e sociológica. Compreendendo por vulnerabilidade experiências e fenômenos socioeconômicos e demográficos capazes de alterar a rota de desenvolvimento, causando efeitos deletérios no aprendizado, tentou-se avaliar através de uma perspectiva integrada como essas experiências influenciam o desempenho escolar em uma amostra territorial e populacional representativa. Limitações são discutidas ao fim dos capítulos empíricos e nas considerações finais.

PARTE I - EVOLUÇÃO, EXPERIÊNCIAS ADVERSAS E INDICADORES EDUCACIONAIS

Capítulo 1 - Estratégias reprodutivas: por que algumas famílias investem menos na educação dos filhos?¹

Vitor Geraldi Haase & Henrique Augusto Torres Simplício

É possível afirmar que vivemos numa sociedade da informação ou do conhecimento. As habilidades cognitivas da população são tão importantes atualmente que podem ser consideradas um dos mais importantes ativos econômicos (Beddington et al., 2008). No caso da matemática, por exemplo, há evidências demográficas (Parsons & Bynner, 2005) e clínico-epidemiológicas (Auerbach et al., 2008) de que o desempenho escolar se associa com maior renda e empregabilidade. Por outro lado, dificuldades de aprendizagem da matemática se associam com psicopatologias internalizantes e externalizantes (Auerbach et al., 2008; Parsons & Bynner, 2005). Outra linha de evidências associa quantitativamente o desempenho escolar e os anos de formação matemática com a renda (Curi & Menezes-Filho, 2014).

O mau desempenho escolar dos alunos brasileiros indica limitações na qualificação dos jovens para o tipo de sociedade e mercado no qual precisarão se inserir. Ainda no caso da matemática, dois terços dos jovens brasileiros apresentam habilidades nos níveis inferiores de testes internacionais como o PISA (OECD, 2019). O desempenho matemático desses dois terços de jovens brasileiros é semelhante àquele apresentado por cerca de 8% a 10% dos jovens nos países do Hemisfério Norte que apresentam discalculia do desenvolvimento. A situação é agravada pelo abismo de desempenho existente entre as escolas públicas e privadas. O percentil 75 de desempenho em matemática nas escolas públicas corresponde ao percentil 25 das escolas privadas (Moraes & Belluzzo, 2014). Nesse contexto, é importante considerar também que o desempenho dos alunos brasileiros de escolas privadas situa-se abaixo da média dos países da OECD (OECD, 2019). Entretanto, o problema educacional brasileiro não se restringe ao mau desempenho escolar. Os problemas relacionados à indisciplina e violência também são graves (Stelko & Williams, 2016).

¹ Capítulo em etapa final de revisão do Livro *Pedagogia do Sucesso (Vol.1): Diferenças Individuais, Família, Currículo e Intervenções*, Editora Ampla (2022).

Isso é perfeitamente explicável, considerando a experiência de fracasso escolar repetido e a falta de perspectiva futura. A motivação para o estudo é aprendida e depende crucialmente da experiência de sucesso nessa atividade, a qual leva ao aumento da percepção de autoeficácia e maior envolvimento com a tarefa (Bandura, 1982, Pajares & Schunk, 2002). A ineficiência da educação oferecida, os maus resultados (independentemente do que a criança faça ou deixe de fazer), não permitem que o aluno desenvolva a percepção de que existe uma relação entre o esforço dispendido e o resultado obtido. O insucesso escolar, aliado às circunstâncias adversas de vida, contribuem para a falta de perspectiva futura, prejudicando ainda mais o envolvimento com atividades escolares, na medida em que o jovem não consegue perceber que seu desempenho é um fator associado ao sucesso profissional futuro.

Além da qualidade da escola e do ensino oferecidos, o desempenho escolar e o comportamento socialmente adequado dependem também do funcionamento familiar. Um exemplo notável são as práticas de literacia e numeracia familiar. As pesquisas mostram que o envolvimento de pais de crianças em idade pré-escolar em atividades de contar histórias e brincadeiras numéricas é preditivo do desempenho escolar das crianças muitos anos depois (Hannula-Sormunen et al., 2015). Muitos pais relatam também que não se sentem à altura de auxiliar seus filhos nas atividades escolares.

A importância do envolvimento familiar com práticas educacionais informais contrasta com os frequentes relatos de professores de que muitos alunos se originam de famílias que não conseguem oferecer um padrão mínimo de cuidado e incentivo para as crianças. Furedi (2009) comentou que existe uma tendência da sociedade contemporânea de atribuir à escola o papel de sanar as mazelas sociais. E as mazelas sociais contemporâneas são consideráveis. Os dados disponíveis indicam que houve uma desestruturação progressiva da estrutura familiar nas últimas décadas (Egalité, 2016, George & Levin, 2015, Murray, 2012, Patterson, 2015, Regnerus, Woessman, 2015). A desestruturação e o conflito familiar se associam ao mau desempenho escolar e problemas de comportamento de formas bastante complexas.

A partir dessas considerações, é possível formular a pergunta: se o bom desempenho escolar é tão importante na sociedade do conhecimento, por que algumas famílias não conseguem investir na educação dos seus filhos, negligenciam os cuidados ou até mesmo maltratam as crianças? Um modelo fundamentado na teoria da evolução considera que, apesar de ser desadaptativa do ponto de vista psicossocial, conduzindo a desfechos desenvolvimentais

desfavoráveis, uma estratégia reprodutiva de baixo investimento parental pode ser adaptativo no sentido biológico, ou seja, de promover a transmissão de genes de uma geração para outra.

O presente capítulo analisará possíveis respostas à questão do envolvimento familiar na educação dos filhos a partir de uma perspectiva evolucionária. O capítulo é organizado em sete seções: **1)** O problema da negligência e dos maus-tratos na infância; **2)** A questão da etiologia em psicopatologia do desenvolvimento; **3)** Epigênese: natureza via criação; **4)** Transmissão intergeracional do ciclo da violência; **5)** Modelos multivariados em psicopatologia do desenvolvimento; **6)** A hipótese da adaptatividade biológica dos comportamentos parentais negligentes e/ou abusivos; **7)** Implicações para políticas públicas.

1) O Problema da Negligência e Dos Maus-Tratos na Infância

A negligência e os maus-tratos a crianças no contexto da família estão entre os maiores problemas sociais da contemporaneidade. Além de frequentemente mobilizar a opinião pública por meio de casos escabrosos com ampla repercussão, o abuso e a vitimização de crianças e adolescentes apresenta uma prevalência elevada, sendo extremamente resistente às tentativas de erradicação. Estimativas conservadoras nos EUA indicam que cerca de 15% da população adulta experimentaram alguma forma de abuso na infância (sexual, físico ou negligência) e que, adicionalmente, o abuso de crianças cobra um preço social e econômico sob a forma de *status* ocupacional e renda inferiores (Zielinsky, 2005).

O preço cobrado também é alto em termos de infelicidade e psicopatologia. Já existem evidências empíricas metodologicamente aceitáveis indicando não apenas que a experiência de maus-tratos é preditiva de psicopatologia na adolescência e idade adulta jovem, mas também que existe uma correlação entre qualidade do cuidado parental recebido e indicadores de adaptação psicossocial, tais como desempenho escolar, socialização e qualidade de vida, na adolescência e idade adulta jovem (Repetti, Taylor & Seeman, 2002). A experiência de maus-tratos constitui, portanto, um dos principais fatores etiológicos no desenvolvimento de transtornos psiquiátricos, tais como comportamento antissocial e depressão. Por outro lado, os indivíduos abusados na infância têm uma probabilidade maior de negligenciar ou maltratar seus próprios filhos, contribuindo assim para a manutenção de um ciclo de transmissão intergeracional da violência (Widom, 1989).

Além disso, infelizmente, é difícil pensar em políticas públicas implantadas com sucesso na resolução do problema da violência doméstica. A complexidade do problema, os custos

envolvidos, bem como questões éticas e ideológicas, certamente contribuem para a ausência de soluções eficazes. Neste capítulo, serão analisadas evidências empíricas e modelos teóricos disponíveis na literatura científica, os quais são indicativos de que considerações biológico-evolutivas podem contribuir para esclarecer a conexão entre a qualidade do cuidado parental recebido na infância e a psicopatologia, permitindo desenvolver uma nova atitude em relação ao problema da violência doméstica.

A hipótese de trabalho sugerida por vários investigadores (Belsky, 2007, Belsky, Steinberg & Draper, 1991, Chisholm & Burbank, 2001, Coall & Chisholm, 2003) e por estudos empíricos (vide revisão crítica em Ellis, 2004) é que a violência doméstica e os maus-tratos a crianças fazem parte de uma constelação de comportamentos caracterizada por uma lógica evolutiva. Basicamente, os maus-tratos são observados no contexto de uma estratégia reprodutiva quantitativa, a qual é biologicamente adaptativa sob circunstâncias sócio-ecológicas desfavoráveis, na medida em que promove a aptidão reprodutiva ^[1], ou seja, a probabilidade de o *pool* de genes envolvidos se replicar de uma geração para a outra. Se a hipótese da adaptatividade evolutiva dos comportamentos parentais abusivos for definitivamente comprovada, as consequências para o planejamento de políticas públicas não serão triviais.

2) A Questão da Etiologia em Psicopatologia do Desenvolvimento

O modelo etiológico mais tradicional em medicina, e aquele formulado com mais clareza, é representado pelos postulados de Koch para as infecções. Segundo Fletcher, Fletcher e Wagner (2003), os seguintes postulados foram formulados por Koch em 1882: **a)** o microrganismo deve estar presente em todos os casos da doença; **b)** o microrganismo deve ser isolado e crescer em cultura pura; **c)** quando inoculado em um animal susceptível, o microrganismo deve causar a doença específica; **d)** o microrganismo deve, então, ser recuperado do animal e identificado. Os postulados de Koch correspondem à doutrina “uma causa–um efeito”, ou seja, “um micróbio–uma infecção”, “um gene–uma doença”. O modelo monocausal revelou-se um sucesso quase incrível, dada sua simplicidade, mas encontra sua principal limitação no caso das doenças crônicas, em que a causalidade é complexa (Fletcher, Fletcher & Wagner, 2003). Em muitos casos, diversos fatores são necessários para o surgimento de uma doença, sem que nenhum deles seja por si suficiente. Adicionalmente, os diversos fatores podem interagir entre si de forma bastante complexa, podendo, inclusive, levar muitos anos para ultrapassar um limiar a partir do qual seus efeitos se manifestam sob a forma de sintomas.

No caso das doenças mentais, a questão é muito mais complexa, porque é necessário considerar pelo menos três níveis de fatores causais ou de risco: biológico, psicológico e social. Nas últimas décadas, firmou-se o conceito de que a etiologia das doenças mentais não pode ser explicada em termos de modelos monocausais sequenciais e unidirecionais (Petermann, Kusch & Niebank, 1998). Há necessidade de trabalhar com modelos multivariados de causalidade.

Nas ciências comportamentais, é comum operacionalizar pelo menos dois modos como variáveis múltiplas podem estar interrelacionadas (Rose, Holmbeck, Cloakey & Franks, 2004), os quais não são mutuamente excludentes. No modelo de mediação (Figura 1), os efeitos da variável preditora sobre a variável desfecho são intermediados por uma variável intermediária ou mediadora. O modelo de mediação corresponde a um modelo multivariado linear sequencial.

Figura 1 - Modelo de Mediação

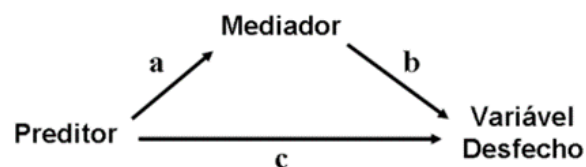


Figura 1 – Modelo de mediação (cf. Baron & Kenny, 1986). A relação entre uma variável preditora e uma variável desfecho pode envolver duas vias principais. Na via direta (c), o preditor causa diretamente o desfecho. Na via indireta, o preditor causa um moderador (a) que, por sua vez, causa o desfecho (b).

O aumento da velocidade de processamento de informação, por exemplo, na passagem da infância para a adolescência, pode ser considerado um mediador do desenvolvimento cognitivo (Kail, 1992; Kail & Hall, 1994). Ou seja, a maturação cerebral (reorganização sináptica) aumenta a velocidade de processamento de informação (tempo de reação), da qual depende, por sua vez, o desempenho em funções mentais mais complexas, como a solução de problemas e a tomada de decisão.

No modelo de moderação, ambas variáveis, preditora e moderadora, estão organizadas em paralelo e atuam diretamente sobre a variável desfecho (Figura 2).

Figura 2 - Modelo de Moderação

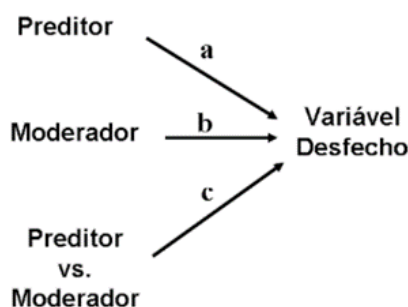


Figura 2 – Modelo de moderação (cf. Baron & Kenny, 1986). O modelo de moderação considera três possibilidades: a) o preditor tem um efeito direto sobre o desfecho; b) uma segunda variável (moderadora) pode ter um efeito direto sobre o desfecho; c) nem o preditor nem o desfecho são suficientes para exercer o efeito causal. A relação causal somente se verifica quando ocorre uma interação de um preditor com um moderador (modelo de moderação propriamente dito).

Ambas são necessárias, mas nenhuma delas isoladamente é suficiente. O efeito da variável preditora sobre a variável desfecho pode depender da presença de uma certa dose da variável moderadora. Diz-se que o efeito da variável preditora sobre a variável desfecho é moderado pela variável moderadora. Por exemplo, o conhecimento de que estudar matemática no ensino médio melhora as perspectivas de arrumar um emprego bem remunerado no futuro somente aumentará a frequência do comportamento de estudar matemática se o indivíduo acreditar que dispõe das habilidades matemáticas necessárias (Bussey & Bandura, 1999). Pode-se dizer, portanto, que o comportamento de estudar matemática para obter uma melhor posição profissional no futuro é moderado pelas percepções do indivíduo quanto à sua autoeficácia matemática. Os indivíduos com maior autoeficácia matemática estudarão mais e terão maiores chances de obter um emprego mais bem remunerado.

A questão da etiologia das doenças mentais será abordada a partir da ótica dos modelos de mediação e de moderação. A partir de uma perspectiva de psicopatologia do desenvolvimento, a etiologia das doenças mentais é vista como um processo complexo, em que variáveis genéticas, ambientais e experienciais interagem para causar as manifestações de psicopatologia (Rutter & Sroufe, 2000). A psicopatologia é concebida como um desfecho do desenvolvimento, como o resultado de um processo epigenético.

3) Epigênese: Natureza via Criação

A indagação sobre a influência relativa dos fatores genéticos (natureza) e ambientais (criação) sobre os processos de desenvolvimento é uma questão clássica, inicialmente formulada por Francis Galton (Ridley, 2004). A ênfase dos teóricos tem oscilado no debate natureza vs. criação. Algumas escolas de pensamento, como o behaviorismo e as ciências sociais de um modo geral, têm enfatizado a influência do ambiente, considerando que o indivíduo é um produto do meio (Pinker, 2004). A grande vantagem da perspectiva ambientalista é o otimismo em relação às possibilidades de mudança do comportamento humano e da sociedade. O grande perigo reside na negação da natureza humana, potencialmente levando a experimentos desastrosos de engenharia social, como ilustrado pelas diversas formas de totalitarismos, experimentadas ao longo do Século XX (Arendt, 1973).

Outras escolas de pensamento, como a tradição da psicologia das diferenças individuais e a teoria da evolução, têm enfatizado a importância dos fatores genéticos (Pinker, 2004). Modelos matemáticos desenvolvidos pela genética comportamental demonstram, por exemplo, que mais de 50% da variância populacional na inteligência podem ser explicados por fatores genéticos aditivos (Pike & Plomin, 1996). No caso da personalidade, a cifra pode chegar a 80%. O componente ambiental da variância nos traços pode, por sua vez, ser subdividido em ambiente compartilhado e ambiente não compartilhado. O ambiente compartilhado diz respeito às influências experimentadas simultaneamente por todos os membros de uma geração de irmãos em uma família. São exemplos típicos de ambiente compartilhado o nível sócio-econômico, a etnia, crenças morais e religiosas, e o ambiente global da família (mais ou menos conflituoso, mais ou menos estruturado) etc. Classicamente, as ciências sociais e comportamentais têm pesquisado a influência do ambiente sobre o desenvolvimento individual, tomando o ambiente compartilhado como padrão (Maccoby, 2000). Amostra-se apenas um indivíduo de cada família, caracterizando, a seguir, as diversas variáveis que constituem o ambiente compartilhado, na suposição de que todas as variáveis ambientais atuarão da mesma forma sobre todos os indivíduos de uma geração em uma família.

Mas o ambiente familiar não é vivenciado homogeneamente por todos os indivíduos em uma mesma família. Quando nasce o primeiro filho, por exemplo, a família é diferente daquela encontrada pelos filhos subsequentes. Os pais são provavelmente mais jovens, encontram-se no início do casamento. Seu poder aquisitivo é mais baixo, mas estão imbuídos dos sonhos que caracterizam a idade adulta inicial e ainda não sofreram o desgaste que os filhos causam no

relacionamento conjugal. À medida que o tempo vai passando e os filhos vão se sucedendo, a família vai se modificando. O nascimento de cada filho impõe exigências sob a forma de cuidado, custo financeiro e investimento emocional. Adicionalmente, o primeiro filho dispõe de mais liberdade para escolher o nicho a ser ocupado na ecologia familiar. Dependendo das suas características, este filho poderá ser visto como inteligente, bem-humorado, simpático, levado, atleta, artista dentre outros rótulos. Todavia, os filhos subsequentes podem eventualmente encontrar ocupado um nicho que melhor se encaixaria às suas características pessoais. Assim, o ambiente familiar nunca é vivenciado da mesma forma por irmãos de uma dada geração. Os dados da genética comportamental estão de acordo com a hipótese da primazia do ambiente não compartilhado. No caso da inteligência, mencionado anteriormente, aponta-se que cerca de 5% da variância populacional seja explicada pelo ambiente compartilhado. O restante poderia ser explicado conjuntamente pelo ambiente não compartilhado e por um termo de erro.

O ambiente não compartilhado corresponde à experiência do indivíduo. Se a criança é mais sociável, os pais e avós sentirão mais prazer na interação com ela, reconhecendo e estimulando cada vez mais sua sociabilidade. Se o adolescente é mais tipo atlético, poderia frequentar mais a quadra de esportes que a biblioteca e terá maiores oportunidades de socializar com pessoas parecidas, conhecer, namorar e eventualmente casar-se com uma garota de tipo mais esportivo. Se o adolescente tem habilidades musicais, frequentará o conservatório e as salas de concerto ou a roda de samba e o pagode, vindo a conhecer novamente tipos diferenciados de pessoas. O indivíduo seleciona, em parte, o ambiente em que vive, tendo um papel ativo como agente do seu desenvolvimento. É importante salientar que, no debate natureza vs. criação, a psicanálise ocupa uma posição *sui generis*, uma vez que atribui maior peso às representações de um consciente do que indicadores comportamentais constatáveis. Essas representações, por sua vez, são o resultado de como o indivíduo percebe o ambiente, em função da interação entre suas características genéticas e as características do ambiente.

Dois tipos principais de críticas têm sido feitos à abordagem genética, algumas de natureza ideológica e outras de natureza metodológica. Do ponto de vista ideológico, há o temor infundado de que reconhecer as influências genéticas sobre o comportamento seja equivalente a uma degradação da liberdade e poderes de escolha humana. Essas críticas possuem problemas na medida em que se baseiam principalmente na ignorância sobre os mecanismos de ação dos genes. Conforme a concepção original de Conrad Waddington (Ridley, 2004), o

desenvolvimento é um processo epigenético, o que implica dizer que fatores genéticos e ambientais interagem na determinação das características fenotípicas somáticas e comportamentais (Belsky et. al., 2020), sendo tal determinação de natureza probabilística, com o envolvimento de múltiplos passos intermediários. Desta forma, a partir de uma perspectiva epigenética, o desenvolvimento humano, inclusive relacionado a desfechos psicopatológicos, é o resultado de um processo probabilístico que envolve a interação de fatores genéticos e ambientais (modelo de moderação), em numerosos processos intermediários (modelo de mediação).

Os genes conseguem se expressar através de um dado ambiente. A psicologia evolucionária é uma disciplina ambiental, na medida em que considera que o desenvolvimento filogenético e ontogenético é o resultado de processos seletivos, nos quais quem faz a seleção é o ambiente e não os genes. É o ambiente, por um lado, que seleciona os genes a serem expressos. Por outro lado, é o indivíduo (resultado da interação entre genes e ambientes) que seleciona o ambiente em que vive. A relação entre natureza e criação deixa de ser exclusiva e passa a ser complementar. Em vez de se opor natureza vs. criação, o mais correto é descrever o processo como natureza via criação (Ridley, 2004), uma vez que uma das principais funções dos genes é atuar como sondas ambientais, detectando as características do ambiente e regulando a expressão gênica mais adaptativa às circunstâncias esperadas de vida.

Denenberg (2000) também formulou o processo epigenético de uma maneira precisa e (quase) poética, dizendo que “*a natureza põe e a ontogenia dispõe*”. Um modo muito simples de operacionalizar a epigênese é a doutrina do selecionismo neural (Edelman, 1987). De acordo com a hipótese selecionista, das primeiras interações do genoma com o ambiente fetal resulta um estoque primário de neurônios e conexões sinápticas, os quais vão sendo submetidos à experiência das estimulações ambientais. Mecanismos parcialmente programados geneticamente e parcialmente dependentes do nível de atividade fazem com que, em certos períodos críticos, ocorra destruição de algumas unidades neuronais (apoptose), bem como eliminação de sinapses (poda neural e sináptica). Dados experimentais indicam que, de fato, em certos períodos do desenvolvimento cerebral, ocorre uma redução drástica do número de neurônios e principalmente de sinapses (Cowan, Fawcett, O’Leary & Stanfield, 1984). A não ocorrência da poda neural e sináptica pode ser, inclusive, um dos mecanismos envolvidos na etiologia de transtornos do desenvolvimento (Johnston, Nishimura, Harum, Pekar & Blue, 2001, Kolb & Fantie, 1997).

Uma analogia pode ser feita com a arte da escultura. Das primeiras interações do genoma com o ambiente resulta a matéria bruta a partir da qual a experiência vai cinzelando a forma final assumida pela conectividade neuronal. As evidências sugerem que o desenvolvimento cortical depende parcialmente de mecanismos de pré-programação e parcialmente de mecanismos dependentes de atividade (Cohen-Cory, 2002). Gradientes neuroquímicos podem orientar a divisão celular de neurônios e sua migração, a partir da camada germinativa periventricular até seu endereço final no córtex cerebral (Rakic, 1988). Mas a formação de sinapses depende, também, do nível de atividade dos neurônios. Quando dois neurônios estão simultaneamente ativos ocorrem alterações tróficas que determinam a formação ou o reforçamento de suas conexões sinápticas. Segundo um aforismo corrente em neurobiologia do desenvolvimento, “*neurons that fire together, wire together* (Shatz, 1992, Wong, 1993).

A aplicação das técnicas de genética molecular em neurobiologia permite esclarecer os mecanismos pelos quais os genes atuam como sondas ambientais. Toda uma linha de frente de genes reguladores, denominada de genes de “expressão precoce”, é sensível aos níveis de atividade sináptica e neuronal e, por meio de complexas cadeias de terceiros mensageiros que influenciam a expressão dos genes estruturais, desencadeia os mecanismos “tróficos” responsáveis pelo remodelamento sináptico subjacente ao desenvolvimento e à aprendizagem (Cohen-Cory, 2002; Hong, West & Greenberg, 2005; Sheng & Kim, 2002). Muito mais do que uma resposta a lesões, a plasticidade neuronal e sináptica é uma propriedade intrínseca, funcional do sistema nervoso (Johnson, 1999).

Do ponto de vista dos valores, há uma crítica, contudo, que precisa ser seriamente considerada: a questão da eugenia. Essa crítica é historicamente fundamentada (Allen, 1999). Existe o temor quanto ao mau uso dos resultados e técnicas genéticas cujo intuito é fazer seleção artificial em humanos ou promover a discriminação de determinados indivíduos ou grupos. Contudo, essa precaução não invalida os resultados empíricos quanto à importância das influências genéticas na determinação do comportamento humano. Como os ambientes mudam, a diversidade genética pode ser superior adaptativamente a um conjunto genes circunscritos em um genótipo específico. Como não se pode prever desfechos futuros, é mais prudente conservar e não restringir a diversidade genética das espécies.

A primeira crítica metodológica diz respeito ao fato de que a genética comportamental trabalha basicamente com modelos matemáticos de variância aditiva (Maccoby, 2000; Turkheimer, 2000), ou seja, a genética comportamental tem atualmente limitações metodológicas para

considerar efeitos interativos entre genes. Os modelos matemáticos da genética comportamental se referem à variância na população e não ao modo como fatores específicos influenciam o desenvolvimento em nível individual. Como será mostrado a seguir, os estudos de genética comportamental estão sendo complementados pela abordagem genômica, em que a interação entre fatores genéticos e ambientais podem ser investigados de forma mais direta.

Finalmente, é importante considerar que os modelos matemáticos da genética do comportamento são muito susceptíveis à gama de variação dos traços representada na amostra estudada (Maccoby, 2000; Turkheimer & Waldron, 2000). Se investigarmos uma amostra predominantemente de classe média de países do hemisfério norte, a percentagem de variância explicada por fatores genéticos será inflada, uma vez que a gama de variação no ambiente será mais reduzido. Por outro lado, se for investigada uma amostra intercultural, com indivíduos oriundos de diferentes classes sociais e regiões do mundo, a variabilidade ambiental receberá um maior poder explicativo.

Se a psicopatologia pode ser concebida como um dos desfechos do processo ontogenético, sobre o qual influem fatores genéticos e experienciais, então é importante caracterizar não apenas as características de cada um desses tipos de fatores, mas também o modo como eles interagem. O conceito de epigenese diz respeito ao modo como as experiências interagem com as características genéticas e o estudo dessa interação tornou-se possível graças aos avanços em genética molecular, como será analisado mais adiante. Paradoxalmente, então, são os geneticistas que estão contribuindo para desvendar a importância do ambiente, principalmente não compartilhado, sobre o desenvolvimento e os modos como a experiência influencia o desenvolvimento.

4) Transmissão Intergeracional do Ciclo da Violência

A noção de dependência estrutural ou de primazia das experiências iniciais, é um dos pilares do estudo do desenvolvimento humano (Belksy, 2007; Keller, 2001). Dados epidemiológicos indicam que não é apenas o ambiente social e psicológico inicial que determina efeitos de longo prazo sobre o desenvolvimento do indivíduo. O ambiente orgânico também é extremamente importante. Indivíduos que sofrem desnutrição fetal crônica ou desnutrição proteico-calórica na primeira infância têm maiores risco de obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares na idade adulta (Barker, 2001; Worthman & Kuzara, 2005). O ambiente inicial, inclusive físico, orgânico, atua como uma espécie de ensaio do ambiente que o organismo terá maior

probabilidade de encontrar no futuro. Se o ambiente inicial é de escassez de nutrientes, então mecanismos genéticos dependentes de estimulação ambiental enviesam o metabolismo para o maior aproveitamento calórico, o que virá a ter consequências deletérias sobre a saúde do indivíduo no futuro.

Em crianças vivendo sob condições de estresse ecológico extremo, representado pela falta de substrato nutricional adequado, a maturação puberal é retardada (Ellis, 2004). O investimento somático adquire prioridade sobre o investimento reprodutivo. Dado o alto custo do investimento reprodutivo, ele somente poderá ser bem-sucedido após o indivíduo atingir um determinado estágio na sua maturação somática. As condições nutricionais mais favoráveis constituem um dos fatores envolvidos na tendência secular observada de antecipar a idade da menarca.

As diversas escolas de psicologia do desenvolvimento sempre enfatizaram que as experiências iniciais de socialização se revestem de extrema importância para o desenvolvimento do indivíduo, havendo um alto grau de continuidade até a idade adulta a partir de padrões detectáveis já em idade muito tenra (Lamb, Ketterlinus, R. B. & Fracasso, 1992; Water, Merrick, Treboux, Crowell & Albersheim, 2000). As experiências de apego na primeira infância se correlacionam com a adaptação psicossocial na adolescência e idade adulta jovem, podendo influir, de forma significativa, em suas relações futuras e na formação do ambiente de uma nova família (Belsky et. al., 2020).

As principais psicopatologias da criança e do adolescente podem ser subdivididas em externalizantes e internalizantes (Achenbach, 1992). Os transtornos externalizantes são representados pelos comportamentos hiperativos, agressivos e antissociais. Os transtornos internalizantes são exemplificados pelos transtornos de ansiedade, estresse pós-traumático, depressão e transtornos alimentares. Dados de pesquisas longitudinais indicam que, tanto no caso dos comportamentos internalizantes quanto externalizantes, as experiências primárias de socialização constituem os principais fatores de risco e de proteção, os quais atuam colocando o indivíduo em uma trajetória evolutiva probabilisticamente estável, cujos efeitos perdurarão até a idade adulta (Fergusson, Horwood & Ridder, 2005; Repetti et al., 2002), podendo, inclusive, ser transmitidos de uma geração à outra (Miller, Kramer, Warner, Wickramaratne & Weissman, 1997; Widom, 1989).

Os dados de estudos longitudinais indicam, portanto, que crianças submetidas a experiências de maus-tratos, abuso físico ou sexual e negligência constituem o principal fator de risco psicossocial para comportamento antissocial e depressão maior na adolescência e idade adulta (Repetti et al., 2002). Há evidências bastante sugestivas de que tais efeitos podem ser transmitidos, na espécie humana, de uma geração para outra. Widom (1989) popularizou o termo transmissão intergeracional do ciclo da violência, ou seja, a noção de que o indivíduo tenderá a reproduzir, na família que fundar, as condições ambientais que caracterizaram a família em que foi educado. Se o pai foi espancado ou humilhado quando menino, tenderá a espancar ou humilhar seus filhos.

A hipótese do ciclo de transmissão intergeracional da violência em humanos tem sido criticada pela carência de estudos metodologicamente definitivos (Neugebauer, 2000; Newcomb & Locke, 2001). Devido a questões éticas, em humanos, não é possível conduzir estudos experimentais e os estudos longitudinais demandam uma grande quantidade de variáveis intervenientes, quando o objetivo é observar efeitos ao longo de gerações. Além das questões financeiras e logísticas, a condução de estudos longitudinais sobre a violência doméstica tem implicações legais, na medida em que não é adequado observar os desfechos da violência ao longo de gerações sem intervir. Em animais com ciclo vital mais curto existem, entretanto, evidências sólidas para a existência de linhagens nas quais os comportamentos maternos negligentes e abusadores são recorrentemente observados de uma geração para outra. Por exemplo, Maestripieri (1999) revisou as evidências para a transmissão intergeracional de comportamentos abusivos em macacos Rhesus.

A eventual existência de um ciclo de transmissão intergeracional de transmissão da violência em animais e humanos têm implicações para a psicopatologia do desenvolvimento e suscita diversas interrogações. A primeira delas diz respeito aos mecanismos de transmissão: genéticos, experienciais ou ambos. Uma segunda questão refere-se aos mecanismos moderadores e mediadores, uma vez que as causas do comportamento são complexas e melhor explicadas por modelos multivariados. Finalmente, a terceira interrogação refere-se aos mecanismos evolutivos implicados e à adaptatividade biológica. A primeira questão que se impõe é descobrir se a transmissão de padrões aparentemente desadaptativos de comportamento de uma geração para outra se dá por via da aprendizagem social, por via genética, ou por ambas. Modelos animais com roedores (Meaney, 2001) e primatas (Maestripieri, 1999) demonstram, em primeiro lugar, que as experiências desfavoráveis de socialização primária ativam o sistema

límbico-hipotalâmico-hipofisário-adrenal (LHHA) regulador do estresse, exercendo efeitos detectáveis em longo prazo. Examinaremos os modelos com roedores, pois são mais bem caracterizados.

Na década de 1950, foi observado que a separação materna por algumas horas por dia, nas primeiras semanas de vida, fazia com que o sistema regulador de estresse em ratos fosse regulado para os níveis mais elevados (Denenberg, 2000, Levine, 2005). A consequência era que os animais se comportavam de forma mais temerosa, explorando menos o ambiente quando adultos, exibindo desempenho pior em testes de aprendizagem e exibindo evidências bioquímicas de hiperatividade adrenal. Posteriormente, descobriu-se que períodos mais curtos de separação, denominados manuseio, tinham o efeito contrário, tornando os animais mais resistentes ao estresse. Diversos controles experimentais demonstraram adicionalmente que os efeitos da separação e do manuseio são mediados pelo comportamento materno. Após a separação, as mães negligenciam o cuidado dos filhotes retornados, redobrando os cuidados após o manuseio (Meaney, 2001). Os resultados relativos à separação materna e ao manuseio no período neonatal constituem uma demonstração inequívoca de que condições sociais desfavoráveis podem ter efeitos persistentes até a idade adulta dos animais.

Mas, tanto o manuseio quanto a separação materna representam casos limite, ou seja, situações artificiais e muito drásticas, fora da “normalidade” ecológica dos animais. Um paralelo na espécie humana poderia ser representado pelos órfãos romenos (Beckett et al., 2002). Com o final do comunismo na Romênia, criou-se uma verdadeira situação de anomalia social. Diversas crianças, cujas mães eram, muitas vezes, viciadas em drogas ou portadoras de AIDS, foram abandonadas em orfanatos superlotados e sem recursos humanos adequados. Algumas dessas crianças foram adotadas por famílias de países europeus ocidentais e tiveram seu desenvolvimento acompanhado longitudinalmente. Essas crianças apresentaram transtornos graves no desenvolvimento cognitivo e social, diagnosticados como transtorno reativo da formação de vínculo, os quais se assemelham muito aos transtornos do espectro autista e são apenas parcialmente reversíveis.

Impunha-se então a necessidade de examinar o efeito de formas menos drásticas de experiência adversa de maternagem. Um grupo de pesquisadores aproveitou-se do fato de que a competência maternal de ratas varia espontaneamente de um animal para o outro (Meaney, 2001). O cuidado maternal na espécie se expressa por uma série de comportamentos altamente correlacionados. As ratas mães mais competentes posicionam-se com as costas arqueadas para

que os filhotes venham por baixo e mamem. As mães mais displicentes simplesmente se deitam sobre os filhotes para amamentá-los. As ratas mães mais competentes lambem o pelo e sugam a região anogenital dos filhotes diversas vezes por dia; tais comportamentos se correlacionam com a sobrevivência da cria, pois previnem a infestação por parasitas e estimulam as funções excretoras. Diversos fatores influenciam a qualidade da maternagem (Gammie, 2005, Meaney, 2001). O tamanho da ninhada se correlaciona com a qualidade do cuidado maternal. A competência maternal depende da atividade de estrógenos e se aprimora de uma geração para outra, mas também existe considerável variação interindividual na habilidade maternal.

Manipulações experimentais aproveitaram-se da variabilidade interindividual, na competência maternal de ratas, para demonstrar que padrões de maternagem podem ser transmitidos de uma geração a outra por meio de mecanismos não genômicos (Francis, Diorio, Liu & Meaney, 1999). A manipulação principal consistiu na criação cruzada ou “adoção”: filhas de ratas mais competentes eram criadas por ratas menos competentes e filhas de ratas menos competentes eram criadas por ratas mais competentes. Os resultados mostraram que a qualidade da maternagem recebida era mais importante do que a herança na determinação da competência maternal de uma geração para outra, e que os efeitos podiam ser detectados, pelo menos, até a terceira geração. Estudos subsequentes demonstraram que a qualidade do cuidado materno recebido exerce seus efeitos em longo prazo por meio de modificações na regulação da expressão gênica de receptores glicocorticóides da corticosterona (Meaney & Szyf, 2005).

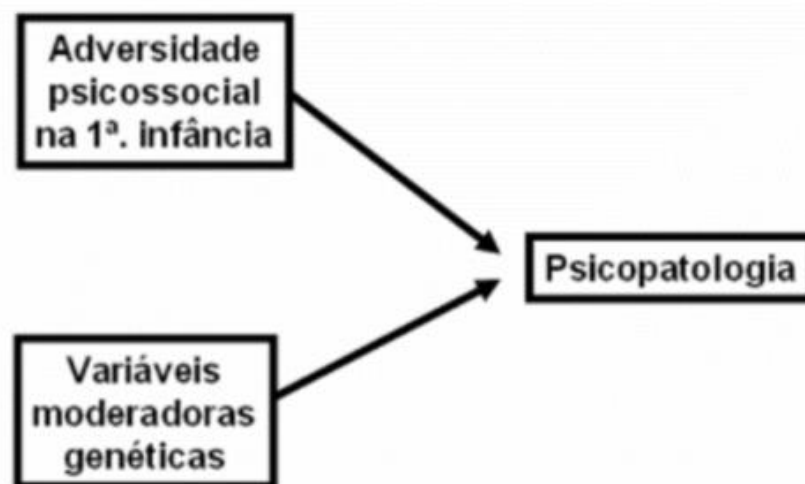
Os dados de experimentação animal sugerem, dessa forma, que os efeitos das experiências primárias de socialização perduram até a idade adulta, podendo ser transmitidos de uma geração para outra e sendo, por sua vez, mediados pela reatividade ao estresse. Outras linhas de evidência indicam, entretanto, que influências genótípicas também afetam o comportamento maternal em roedores. Em uma espécie *knockout* de camundongos em que o fator de transcrição fosB foi removido, as mães apresentaram uma deficiência grave no cuidado maternal, causando morte da cria por falta de cuidados em poucos dias (Brown, Yeh, Bronson, Dikkes & Greenberg, 1996). A única diferença observável entre esses mutantes e camundongos normais é a ausência da expressão de fosB no hipotálamo. O gene candidato envolvido parece ser o receptor da oxitocina. Os modelos animais de maternagem demonstram, portanto, que tanto fatores genéticos quanto experienciais podem estar ativos na transmissão intergeracional do ciclo vicioso do abuso e da negligência ou do ciclo virtuoso do apego e do cuidado.

Modelos Multivariados em Psicopatologia do Desenvolvimento

A partir da literatura sobre experimentação animal é possível concluir que a qualidade da maternagem recebida influencia o comportamento do indivíduo em longo prazo, inclusive quanto ao seu desempenho cognitivo e estresse. Os dados de experimentação animal indicam também que os padrões de cuidado maternal podem ser transmitidos de uma geração para outra por mecanismos epigenéticos. Dessa forma, os modelos psicopatológicos focalizando o desenvolvimento de psicopatologia em humanos devem compreender tanto mecanismos genéticos quanto experienciais.

Um dos modelos mais influentes na psicopatologia contemporânea é o chamado modelo de diátese-estresse (Petermann, Kusch & Niebank, 1998). Segundo ele, as manifestações psicopatológicas constituem desfechos evolutivos nos quais um indivíduo com determinadas susceptibilidades genéticas (diátese) poderá apresentar os sintomas, caso seja submetido a uma dada experiência de vida (estresse). O modelo de diátese-estresse explica por que nem todos os indivíduos submetidos a um determinado estressor psicossocial apresentam o desfecho psicopatológico associado. Os estressores psicossociais desencadeiam psicopatologia apenas nos indivíduos geneticamente vulneráveis, ou seja, os fatores genéticos moderam a relação entre os estressores psicossociais e os desfechos psicopatológicos (Figura 3).

Figura 3 -Modelo de Diátese-estresse em psicopatologia

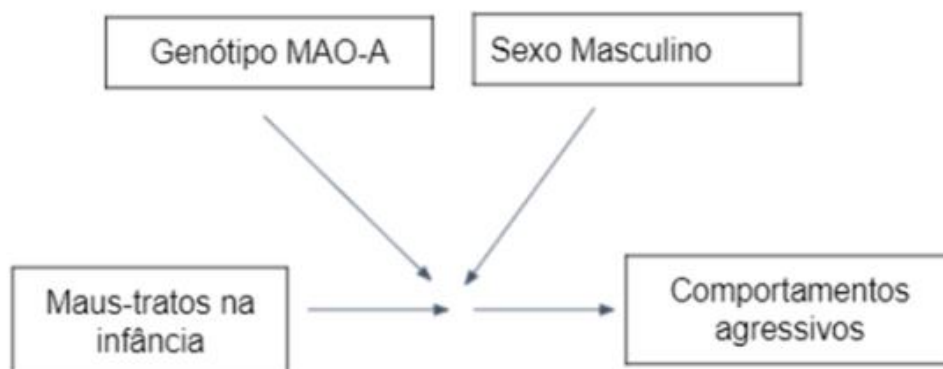


Duas análises sobre saúde e desenvolvimento, realizadas no âmbito do estudo longitudinal de Dunedin, na Nova Zelândia, testaram o modelo de diátese-estresse no que se refere ao

comportamento antissocial (Caspi, McClay, Moffitt, Mill, Martin, Craig, Taylor & Poulton, 2002) e à depressão maior (Caspi, Sugden, Moffitt, Taylor, Craig, Harrington, McClay, Mill, Martin, Braithwaite & Poulton, 2003). A presença e gravidade das experiências de maus-tratos foram caracterizadas em entrevistas com as mães quando os participantes estavam na idade pré-escolar. Quando os indivíduos estavam no início da terceira década de vida, foram testadas hipóteses sobre as relações entre características genótípicas, a presença do fator de risco de maus-tratos na infância e desfechos psicopatológicos.

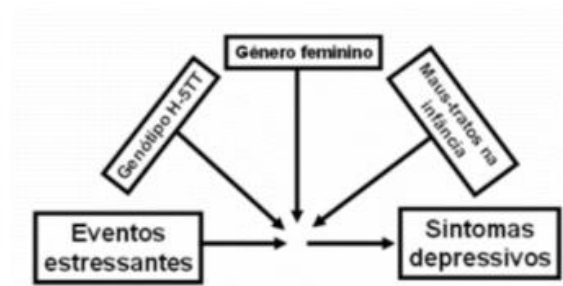
Os comportamentos antissociais foram caracterizados de três formas: **a)** autorrelato; **b)** relato de uma pessoa íntima; **c)** registros policiais. O genótipo selecionado foi a enzima monoaminoxidase A (MAO-A). Dados de animais e algumas linhagens humanas indicam que alelos caracterizados pela ausência da expressão de atividade da MAO-A predisõem o indivíduo a comportamentos agressivos e antissociais (Shih & Thompson, 1999). As análises de regressão conduzidas por Caspi e cols. (2002) demonstraram que: **a)** os maus-tratos na infância se associavam com comportamento antissocial na adolescência e no início da idade adulta; **b)** a relação era linear e apresentava um efeito de dose; **c)** o efeito só foi analisado no sexo masculino, por ausência de variância quanto ao comportamento antissocial no sexo feminino, bem como pela dificuldade logística relacionada à determinação da origem parental materna ou paterna do gene para MAO-A expresso em indivíduos do sexo feminino; **d)** o efeito era moderado pelo genótipo, sendo mais forte a relação nos indivíduos com virtual ausência de expressão da MAO-A (Figura 4). O efeito de moderação exercido pelo genótipo MAO-A sobre a correlação entre maus-tratos e comportamento antissocial foi replicado independentemente (Foley, Eaves, Wormley, Silberg, Maes, Kuhn & Riley, 2004).

Figura 4 – Modelo de diátese-estresse do comportamento agressivo (cf. dados de Caspi et al., 2002).



No estudo de Caspi e cols. (2003), o diagnóstico de depressão maior foi realizado com base em uma entrevista psiquiátrica, um questionário de autorrelato e o relato de uma pessoa íntima apontada pelo participante. Além da presença de maus-tratos na infância, outro fator psicossocial foi considerado: a presença de eventos estressantes nos anos iniciais da vida adulta, em domínios relacionados com a profissão, estudo, relações amorosas, família. O genótipo considerado foi o gene que codifica a proteína transportadora da serotonina (5HTT), o qual está envolvido no mecanismo de ação das drogas inibidoras seletivas da recaptção da serotonina, comumente usadas no tratamento da depressão maior. As análises de regressão realizadas por Caspi e cols. (2003) evidenciaram que: **a)** tanto os maus-tratos na infância quanto os eventos vitais se associavam com manifestações de depressão maior no início da idade adulta; **b)** a relação entre os estressores psicossociais e o desfecho depressivo apresentava um efeito de dose; **c)** o efeito foi maior no sexo feminino do que no masculino; **d)** o efeito era moderado pelo genótipo, sendo mais forte a relação nos indivíduos com alelo curto do gene 5HTT (Figura 5). O estudo sobre o efeito moderador do genótipo para a proteína transportadora de serotonina sobre a correlação entre maus-tratos e depressão também foi replicado de forma independente (Kendler, Kuhn, Vittum, Prescott & Riley, 2005).

Figura 5 - Modelo de Diátese-estresse da depressão (cf. dados de Caspi et al., 2003)



Os estudos de Caspi e cols. (2002, 2003) são importantes porque constituem a primeira evidência de que o modelo epigenético da psicopatologia tem base empírica sólida. Diferentemente dos estudos tradicionais da genética comportamental, que se baseiam em modelos matemáticos, procurando particionar a variância populacional em porções atribuídas aos diversos ambientes ou aos genes, as técnicas de mapeamento gênico permitem estudar os efeitos interativos dos genes e do ambiente. As replicações independentes indicam que as evidências são convincentes e contribuem para estabelecer, de forma consistente, o modelo de

diátese-estresse, no qual a susceptibilidade genética modera a relação entre os estressores psicossociais e os desfechos psicopatológicos.

O modelo de diátese-estresse em psicopatologia é importante também porque integra de forma epigenética as influências genéticas e experienciais. Mas as relações causais são mais complexas. Um dos principais resultados do projeto Genoma Humano é que o número de genes, em torno de 35.000, é bem menor do que se supunha inicialmente. A principal consequência desse achado é que as relações entre o genótipo e o fenótipo são complexas e longas, envolvendo vários passos intermediários, ou mediadores (vide revisão em Carvalho, Santos, Peixoto & Haase, 2008). Em psiquiatria, os mediadores entre as influências genéticas e o fenótipo comportamental receberam o nome de endo fenótipo e são frequentemente analisados sob a forma de características temperamentais ou mecanismos de processamento de informação (Gottesman & Gould, 2003). A seguir serão examinados os possíveis mediadores entre as experiências primárias de socialização e os desfechos psicopatológicos.

Dodge (1993) revisou as evidências disponíveis para uma mediação cognitiva entre eventos adversos na primeira infância e manifestações psicopatológicas na adolescência e idade adulta. A hipótese da mediação psicológica considera que a interpretação subjetiva que o indivíduo faz dos eventos é mais importante do que sua natureza objetiva (Lazarus & Folkman, 1984). Dodge (1993) utilizou-se de um modelo de processamento de informação social para sistematizar a literatura revisada quanto à relação entre experiências adversas de socialização primária e as duas formas de psicopatologia discutidas anteriormente: o comportamento antissocial e a depressão maior (para uma revisão com dados de pesquisas mais recentes vide Dodge & Pettit, 2003). Segundo esse modelo, em todas as interações sociais a informação disponível no ambiente é processada por meio de uma série de etapas: **a)** inicialmente, os eventos e estímulos sociais precisam ser percebidos pelo indivíduo, exigindo, portanto, atenção e codificação; **b)** o segundo passo consiste na representação dos estímulos na memória e na atribuição de significado; **c)** a partir da representação na memória, o indivíduo tem acesso a uma série de respostas possíveis; **d)** a seguir, as respostas são avaliadas e selecionadas; **e)** finalmente, as respostas são implementadas.

Os dados de pesquisa revisados por Dodge (1993, Dodge & Pettit, 2003) indicaram que as crianças agressivas e depressivas apresentaram uma série de alterações no processamento social de informação. Houve, também, uma diferenciação conforme os sexos. O padrão de alterações no processamento de informação observado em meninos se correlacionava mais com

transtornos agressivos ou de tipo externalizante, enquanto o padrão observado em meninas se associava mais com sintomas depressivos ou internalizantes. A seguir serão descritos os dois padrões de processamento de informação social identificados por Dodge (1993).

No caso das crianças do sexo masculino, os dados de pesquisa mostraram que os meninos agressivos tendem a apresentar um viés atencional, na medida em que prestam preferencialmente atenção aos estímulos hostis, em detrimento de estímulos neutros ou benignos. Na etapa de representação dos estímulos, foram observadas evidências de que meninos agressivos atribuem mais significados hostis a eventos ambíguos e que tendem a eliciar respostas de tipo defensivo na etapa de acesso a respostas. Frente a situações de conflito de interesses, a responsabilidade é sempre atribuída aos outros e nunca ao *self*. Os meninos e adolescentes agressivos também acessam um número menor de respostas, face a situações de conflitos sociais. Essas respostas são geralmente mais do tipo agressivo que pró-social. No que diz respeito à avaliação e seleção de respostas, os meninos e jovens agressivos valorizam os comportamentos agressivos ou agem impulsivamente, sem uma fase de deliberação quanto às respostas mais adequadas, considerando suas consequências (vide revisão em Dodge & Pettit, 2003). A hipótese formulada por Dodge (1993) é que as experiências iniciais adversas propiciam o desenvolvimento de um estilo de processamento de informação em que o indivíduo constrói um esquema hostil de mundo, tornando-se hiper vigilante em relação a indícios de agressividade nas interações sociais, atribuindo intenções hostis às outras pessoas, cultivando metas e valores autodefensivos e, finalmente, implementando um menor número de comportamentos pró sociais e um maior número de comportamentos agressivos (vide Figura 6). O modelo considera que, além dos maus-tratos, um estímulo importante na gênese dos comportamentos externalizantes é a presença de comportamentos agressivos no pai, que funciona como um modelo para os meninos.

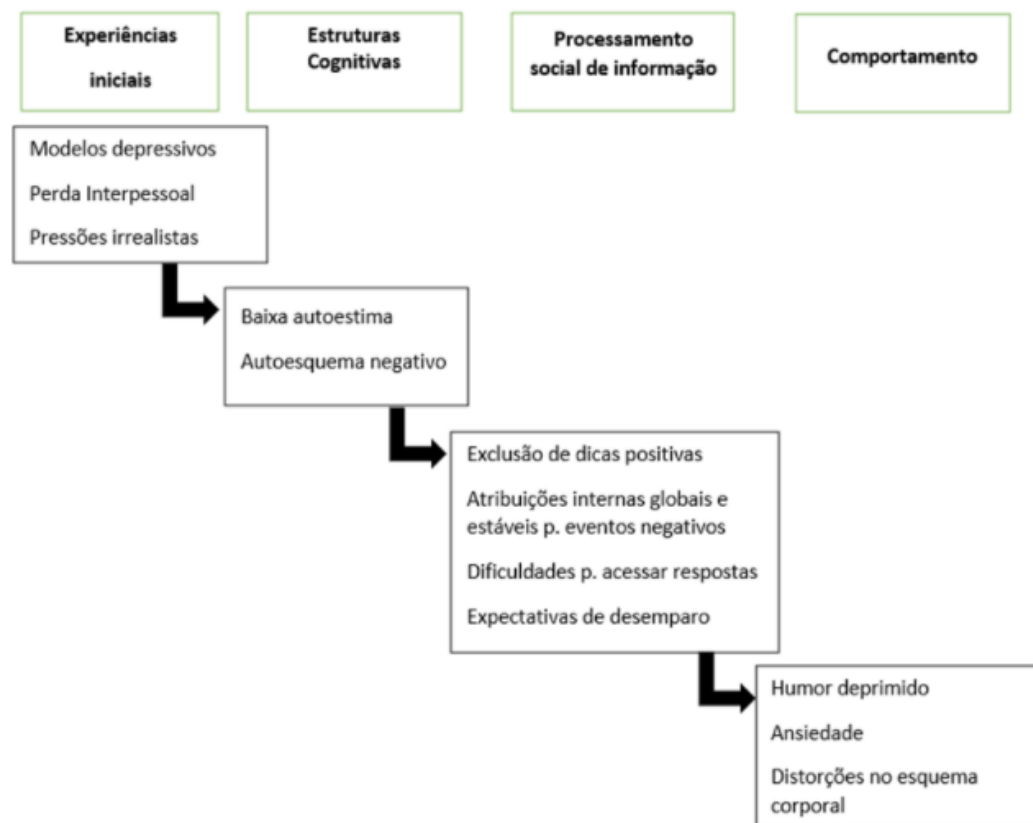
Figura 6 - Modelo de mediação cognitiva para os transtornos externalizantes de comportamento



Os esquemas de processamento de informação social desenvolvidos por meninas submetidas a experiências de maus-tratos na primeira infância tendem a tomar um rumo distinto daquele observado nos meninos (Dodge, 1993). No caso das meninas, o enviesamento atencional se dá no sentido de privilegiar os estímulos associados com experiências negativas. Na etapa de representação dos estímulos, os significados atribuídos dizem respeito a características negativas, globais e estáveis do *self*. Ou seja, face às perdas interpessoais ou experiências de fracasso, a pessoa tende a atribuir a responsabilidade a si própria. As meninas e garotas depressivas também acessam um número menor de respostas e suas respostas são qualitativamente diferentes, caracterizadas por desamparo e isolamento social. Na fase de avaliação e seleção de respostas, as jovens depressivas conseguem identificar as respostas que conduzem a um desfecho favorável, mas não se sentem capazes de implementá-las. Nas meninas, as experiências adversas de socialização primária podem, portanto, conduzir a um esquema negativo do *self*, caracterizado pelo padrão de atribuições negativas, globais e estáveis,

segundo o qual a responsabilidade é sempre atribuída ao *self* (Figura 7). O desfecho final é ilustrado pelos sintomas de depressão na esfera somática, emocional, cognitiva e comportamental. Dentre os estímulos iniciais que contribuem para desencadear o auto esquema negativo, é preciso mencionar as expectativas irrealistas de desempenho e o papel desempenhado pelas mães deprimidas enquanto modelos.

Figura 7 - Modelo de mediação cognitiva para os transtornos internalizantes de comportamento (Dodge,1993)



Para ilustrar de forma mais concreta o papel dos mediadores cognitivos no desenvolvimento dos comportamentos agressivos e na transmissão intergeracional do ciclo da violência, serão descritos os resultados de um estudo longitudinal conduzido por Dodge e cols. (Dodge, Bates & Pettit, 1990, Dodge, Pettit, Bates & Valente, 1995). Uma amostra representativa de crianças e suas mães, de três cidades do Sul e Meio Oeste norte-americanas, foi recrutada no semestre anterior à entrada das crianças na pré-escola. As mães foram entrevistadas em casa, procurando-se caracterizar, inclusive, a presença e a gravidade de eventuais maus-tratos às crianças. O comportamento das crianças também foi observado em casa, por meio de uma sessão de brincadeiras com as mães. As crianças foram posteriormente acompanhadas até a 3ª série do

ensino fundamental. As medidas de desfecho empregadas foram uma escala comportamental, preenchida pelas professoras, e uma série de tarefas experimentais que avaliavam o processamento de informação social pelas crianças.

As tarefas de avaliação do processamento de informação social envolviam apresentar uma série de vinhetas gravadas em vídeo ou *cartoons* para as crianças. As vinhetas e *cartoons* representavam diversas situações sociais ambíguas e/ou conflituosas, como, por exemplo, de um colega que, ao se levantar para ir ao banheiro, esbarra e derruba o material de outra criança; ou de uma criança que é rechaçada por um grupo ao tentar participar de uma brincadeira. Os investigadores realizaram uma série de testes, solicitando às crianças, por exemplo, que recontassem a história ou que mencionassem e avaliassem possíveis soluções para o dilema social apresentado. Os resultados confirmaram o modelo proposto por Dodge (1993), mostrando que as crianças submetidas a maus-tratos apresentavam frequência maior de comportamentos agressivos, precisavam mais seletivamente atenção a indícios de hostilidade na interação social, acessavam um menor número total de respostas para conflitos interpessoais, mencionando e valorizando mais positivamente as respostas agressivas. Adicionalmente, as escalas respondidas pelas professoras confirmaram que as crianças maltratadas apresentavam maior frequência de comportamentos externalizantes. Análises de regressão mostraram que as alterações do processamento de informação social podiam mediar parcialmente a emissão de comportamentos agressivos.

Evidências obtidas por outros pesquisadores confirmam a hipótese de que pode haver uma mediação cognitiva nos efeitos das experiências primárias de socialização sobre o comportamento. Um dos paradigmas mais empregados é o do reconhecimento de expressões faciais. Alterações eletrofisiológicas no reconhecimento de expressões faciais foram, por exemplo, observados nos órfãos adotados da Romênia (Parker, Nelson & The Bucharest Early Intervention Project Core Group, 2005). Uma série de estudos experimentais realizados por Pollak indica que crianças vitimizadas por negligência e abuso físico apresentam dificuldades para discriminar expressões faciais emocionais no contexto de um viés atencional para expressões faciais de raiva, o qual se reflete em alterações em medidas de tempo de reação e de potenciais evocados (Pollak, 2005).

Mas as experiências de maus-tratos na infância também repercutem sobre indicadores fisiológicos. Por exemplo, crianças que viveram em um orfanato antes de serem adotadas por famílias de classe média apresentam menores níveis urinários de oxitocina comparativamente

a crianças criadas pelos pais genéticos após uma manipulação experimental envolvendo intimidade afetiva e corporal com a mãe (Fries, Ziegler, Kurian, Jacoris & Pollak, 2005). Os mecanismos de mediação entre as experiências primárias de socialização e os desfechos psicossociais na adolescência podem ser analisados no âmbito do modelo etológico de apego. As experiências adversas conduzem a apego inseguro, o qual se manifesta em diversos domínios, desde o afetivo-reacional até o cognitivo, sob a forma de modelos cognitivos das relações interpessoais (Belsky, 2007, Belsky, Steinberg & Draper, 1991). Dados empíricos bastante consistentes indicam que as experiências adversas de socialização na família aceleram o *timing* da maturação puberal (vide revisão em Ellis, 2004). A conexão entre apego e *timing* da puberdade sugere que existe um vínculo entre as experiências familiares e a estratégia reprodutiva adotada pelo indivíduo, abrindo a possibilidade de analisar as implicações causais a partir de uma perspectiva darwiniana. O exame do papel mediador da maturação puberal sobre as estratégias reprodutivas adotadas pelo indivíduo remete à questão da causalidade distal em psicopatologia do desenvolvimento.

5) A Hipótese da Adaptatividade Biológica dos Comportamentos Parentais Negligentes e/ou Abusivos

Segundo Alexander (1987, p. 14), foi J. R. Baker, em 1938, quem primeiro distinguiu dois níveis de causalidade biológica, o proximal e o distal. Esses conceitos foram retomados posteriormente por outros autores importantes (Mayr, 1961, Tinbergen, 1963). O etólogo holandês e ganhador do prêmio Nobel, Nikos Tinbergen, propôs, em 1963, que uma explicação causal do comportamento somente estaria completa se considerasse dois níveis, o proximal e o distal.

No nível proximal, a causalidade comportamental pode ser abordada em termos dos mecanismos psicobiológicos e ontogenéticos. Os mecanismos psicobiológicos, ou causalidade proximal propriamente dita, dizem respeito ao esclarecimento, por exemplo, dos mecanismos cerebrais e moleculares pelos quais a ativação do eixo LHHA pelo estresse pode desencadear sintomas de depressão (Meyer, Chrousos & Gold, 2001). Os mecanismos ontogenéticos são ilustrados por estudos como os de Caspi e cols. (2002, 2003), que procuram evidenciar as relações entre susceptibilidades individuais e eventos de vida com desfechos psicopatológicos.

O nível distal de causalidade também pode, por sua vez, ser subdividido em dois mecanismos: os filogenéticos e os adaptativos (pressões seletivas ou causalidade distal propriamente dita).

Do ponto de vista filogenético, Maestriperi (1999) descreveu linhagens de macacas com padrões abusivos de cuidado da cria, os quais se transmite de uma geração a outra. A questão da causalidade distal é a mais interessante de todas e visa a responder à indagação sobre a adaptatividade evolutiva do comportamento, ou seja, sobre os eventuais ganhos em aptidão reprodutiva relacionados com um dado traço comportamental. Por que os pais, muitas vezes, maltratam seus filhos? Existem evidências abundantes de que o abuso e a negligência se correlacionam com desfechos cognitivos e psicossociais desfavoráveis na adolescência e idade adulta, inclusive sob a forma de psicopatologia (Repetti et al., 2002). Além das evidências filogenéticas, dados históricos (Jones, 1997), antropológicos (Hrdy, 2001) e sociodemográficos (Fukuyama, 2000) indicam que os maus-tratos a crianças são prevalentes e extremamente persistentes, constituindo uma das maiores preocupações no panorama da saúde mental contemporânea.

A revisão da literatura permite identificar uma série de fatores de risco relacionados ao abuso e à negligência de crianças (Belsky, 1993; Gomes, Deslandes, Veiga, Bhering & Santos, 2002). Dentre os fatores da criança, podem ser mencionadas as dificuldades de temperamento e os problemas neurológicos, tais como a deficiência mental ou epilepsia (Agathonos-Georgopoulou & Browne, 1997, Barkley, Karlsson, Strzelecki & Murphy, 1984; Verdugo & Bermejo, 1997). Características dos pais também podem constituir fatores de risco, principalmente o alcoolismo paterno, a depressão materna e um histórico pessoal de maus-tratos (Agathonos-Georgopoulou & Browne, 1997; Gomes et al., 2002). Dificuldades conjugais, a criação por pais substitutos ou a presença de um padrasto ou madrasta também se correlacionam com altíssimos riscos de maus-tratos (Agathonos-Georgopoulou & Browne, 1997; Jones, 1997). Finalmente, famílias que vivem sob circunstâncias muito adversas tornam-se multi-problemáticas, principalmente quando há associação com psicoses, drogadição, marginalização social e desagregação familiar. (Adnopolz, Grigsby & Nagler, 1996).

Os modelos psicossociais ou epidemiológicos tradicionais concentram-se nas causas proximais e não explicam de maneira convincente a impermeabilidade do abuso infantil à mudança (vide Belsky, 1993; Gomes et al., 2002). Do ponto de vista evolutivo, parece um contrassenso que os pais maltratem seus filhos, uma vez que, com isso, estão diminuindo a qualificação sociocompetitiva da sua prole e, portanto, suas chances de um bom desempenho na competição intrasexual por acasalamento, bem como a capacidade de assegurar recursos para o investimento parental necessário à criação da prole. Análises realizadas nas últimas décadas, a

partir de uma perspectiva ecológico-evolucionária, sugerem uma solução para o aparente paradoxo da imperviedade dos maus-tratos a crianças (Belsky, 2007; Belsky, Steinberg & Draper, 1991; Ellis, 2004).

A teoria da história de vida é um modelo teórico da ecologia comportamental evolucionária que considera que, ao longo do ciclo vital, o indivíduo precisa alocar, de forma estratégica, recursos finitos para uma série de tarefas adaptativas (Chisholm & Burbank, 2001; Ellis, 2004; Voland, 1998). Uma vez que os recursos são limitados em termos de nutrientes, disponibilidade de parceiros sexuais, tempo, energia, decisões quanto à melhor política de alocação de recursos precisam ser tomadas em cada fase do ciclo vital [2]. Surgem então conflitos potenciais entre diferentes estratégias. O primeiro conflito potencial opõe o crescimento somático ao esforço reprodutivo. Se o indivíduo começar a se reproduzir antes de atingir um determinado estágio de crescimento somático, poderá comprometer sua própria saúde e a da prole, diminuindo, assim, sua aptidão reprodutiva. Por outro lado, se o indivíduo postergar o início da atividade reprodutiva para além de um período ótimo, pode correr o risco de não enviar seus genes para a geração seguinte, em função dos efeitos do envelhecimento ou da mortalidade (vide também Alexander, 1987).

O investimento reprodutivo envolve também um conflito potencial entre o esforço relacionado ao cruzamento e o esforço condicionado pelo cuidado da prole. A estratégia quantitativa consiste em iniciar precocemente a atividade sexual, cruzar com o maior número possível de parceiros, ter o maior número possível de filhos e investir o mínimo na prole. A estratégia qualitativa, por outro lado, consiste em postergar ao máximo o início da atividade reprodutiva, selecionar os parceiros sexuais em função de traços fidedignos de aptidão genética, ter um número menor ou ótimo de filhos e investir no cuidado deles para aumentar suas habilidades cognitivas, sociais e aptidão reprodutiva.

De modo geral, as espécies r-selecionadas apresentam curta duração total da vida, período juvenil curto, ninhadas grandes e investimento parental baixo, sendo exemplificadas pelos roedores (Belsky, 2007). As espécies K-selecionadas, por outro lado, tendem a apresentar expectativas de vida e períodos juvenis mais longos, ninhadas pequenas, grande dependência de cuidados dos filhotes e alto investimento parental, sendo exemplificadas pelos grandes mamíferos. Os humanos são classificados como K-selecionados, mas a estratégia reprodutiva de uma espécie não pode ser muito fixa ou rígida, sob pena de não ser adaptativa e colocar em

risco os genes envolvidos (Belsky, 2007). Alexander (1987) salienta que fenótipo significa necessariamente plasticidade, ou seja, o fenótipo é o resultado de uma expressão epigenética do genótipo individual. Dessa forma, falar em “plasticidade fenotípica” é redundância. O fenótipo é o modo como o genótipo se expressa em um indivíduo, dadas as circunstâncias ambientais.

A estratégia reprodutiva ótima ou mais adaptativa vai depender da ecologia em que o indivíduo estiver vivendo. Se as circunstâncias ambientais forem favoráveis, ou seja, se recursos materiais suficientes estiverem disponíveis, se o casal cultivar um relacionamento harmonioso e se houver segurança de que a prole sobreviverá até atingir a idade reprodutiva, então a estratégia qualitativa é biologicamente mais adaptativa, pois aumenta a aptidão da prole (Chisholm & Burbank, 2001; Coall & Chisholm, 2003). Dados longitudinais de pesquisa indicam que as crianças com padrões mais seguros de formação de vínculo apresentam melhores indicadores de desempenho cognitivo e adaptação psicossocial na adolescência (Carlson, Sampson & Sroufe, 2003; Rees, 2005). Por outro lado, se a ecologia for desfavorável, caracterizada por escassez de recursos, conflito conjugal e insegurança, então a estratégia quantitativa se imporá como a mais adaptativa (Chisholm & Burbank, 2001; Coall & Chisholm, 2003). Em resumo, em uma ecologia favorável o investimento parental na prole retorna sob a forma de melhor posicionamento social e maior aptidão reprodutiva dela. Em uma ecologia desfavorável, o investimento parental não dá retorno sob a forma de aumento da aptidão reprodutiva da prole, além de arriscar a extinção da linhagem em situações nas quais a mortalidade infantil e juvenil é alta. Se a carência for muito grande, os pais não terão recursos para investir na prole. Mesmo assim, precisam se reproduzir, sob pena de extinguir a linhagem.

De acordo com a hipótese da programação epigenética ou de “previsão do tempo” (Barker, 2001; Worthman & Kuzara, 2005), o ambiente fetal e neonatal sinaliza para o organismo o tipo de ambiente que o indivíduo deverá encontrar ao longo de sua vida, permitindo que se realizem os ajustes epigenéticos apropriados na regulação e expressão gênica. Os mecanismos de programação epigenética devem ser observados não apenas no domínio somático, mas também no domínio comportamental (Belsky, 2007). A hipótese ecológico-evolucionista sustenta a posição de que devam existir mecanismos que tornam o desenvolvimento cerebral-comportamental sensível às circunstâncias ambientais a que o indivíduo precisará se adaptar. Se a ecologia for menos favorável, o desenvolvimento do comportamento reprodutivo se orientará para uma estratégia mais quantitativa, ao passo que, se a ecologia for mais favorável, o desenvolvimento reprodutivo se pautará pela estratégia qualitativa.

Pesquisas longitudinais evidenciaram que o *timing* da maturação puberal pode ser indicativo de um processo somático de mediação entre as experiências primárias de socialização e as estratégias reprodutivas adotadas pelo indivíduo a partir da adolescência (Belsky, Steinberg & Draper, 1991; Ellis, 2004). O *timing* da maturação é mais facilmente estudado no sexo feminino, uma vez que a menarca é um evento circunscrito, marcado e significativo. A saliência da menarca como evento ontogenético faz com que a maioria dos estudos tenha se concentrado sobre o sexo feminino. A menarca é um evento complexo, regulado por diversos fatores de ordem genética, fisiológica, psicológica e social (Graber, Brooks-Gunn & Warren, 1995; Mustanski, Viken, Kaprio, Pulkkinen & Rose, 2004). Uma tendência secular vem sendo observada no mundo inteiro para a menarca ocorrer mais cedo (Parent, Teilmann, Juul, Skakkebaek, Toppari & Bourguignon, 2003), o que pode, em parte, ser atribuído ao aumento do aporte calórico (Ebling, 2005). A seguir, revisaremos evidências de que o estresse psicossocial acelera a maturação puberal. Ellis (2004) sistematizou as evidências considerando que o estresse ecológico, relacionado à carência de recursos materiais, posterga a menarca, enquanto o estresse psicossocial avança.

Um exame direto da hipótese de mediação somática entre adversidade psicossocial e estratégias reprodutivas foi realizado por Moffitt, Caspi, Belsy & Silva (1992), os quais observaram, no Estudo Longitudinal de Dunedin, que a ausência do pai predizia a ocorrência mais precoce da menarca. Estudos posteriores confirmaram e expandiram esses resultados (vide revisão em Ellis, 2004), demonstrando que há uma conexão entre adversidade psicossocial na primeira infância, maturação puberal e estratégias reprodutivas ou transtornos do comportamento na adolescência.

Estudos longitudinais mostram, por exemplo, que disfunções familiares, tais como conflitos conjugais, ausência do pai, depressão materna e trocas frequentes de parceiro pela mãe são preditores de antecipação da menarca (Ellis & Garber, 2000; Ellis, McFadyen-Ketchum, Dodge, Pettit & Bates, 1999; Moffitt, Caspi, Belsky & Silva, 1992). Ellis, Bates, Dodge, Fergusson, Horwood, Pettit & Woodward (2003) observaram que a ausência do pai previa o início precoce da atividade sexual em meninas. A menarca precoce, por outro lado, é um fator preditor de antecipação do início da atividade sexual, gravidez na adolescência e transtornos internalizantes e externalizantes (Ellis, Bates, Dodge, Fergusson, Horwood, Pettit & Woodward, 2003; Brown, Cohen, Chen, Smailes & Johnson, 2004; Pedersen, Samuelson & Wichstrom, 2003; Graber, Seeley, Brooks-Gunn & Lewinsohn, 2004).

A partir das evidências demonstrando uma conexão entre adversidade psicossocial e *timing* puberal, Belsky, Steinberg e Draper (1991) propuseram um modelo sociobiológico do desenvolvimento das estratégias reprodutivas na adolescência (Figura 8). Segundo esse modelo, as experiências primárias de socialização podem ser caracterizadas por um ambiente em que os recursos materiais estão disponíveis, em que os pais convivem harmoniosamente e estão dispostos a investir na educação de seus filhos. Os pais tendem, então, a adotar um estilo disciplinar mais brando e consistente, sendo mais carinhosos e sensíveis às necessidades da criança. Sob circunstâncias favoráveis, a criança desenvolve um apego seguro, uma orientação interpessoal recíproca e um esquema de mundo benevolente. Quando o ambiente e o desenvolvimento psicológico na infância são favoráveis, a maturação puberal pode ocorrer mais tarde e, conseqüentemente, o adolescente pode dedicar mais tempo à sua formação escolar, postergar o início da vida reprodutiva e desenvolver uma atitude mais criteriosa em relação à escolha de parceiros sexuais, o que favorece a estabilidade conjugal, bem como a disposição de investir na educação dos filhos.

Figura 8 – Socialização primária e estratégias reprodutivas (cf. Belsky, Steinberg & Draper, 1991).



Por outro lado, quando o ambiente familiar inicial é caracterizado por carência de recursos materiais e segurança, conflito conjugal e altos níveis de estresse, os pais tendem a adotar estilos disciplinares coercivos, punitivos ou inconsistentes. As relações de apego nas crianças são,

então, caracterizadas pela insegurança, por um esquema de mundo malevolente e por uma orientação interpessoal oportunista. As consequências, do ponto de vista do desenvolvimento das crianças, se diferenciam conforme os sexos, de acordo com o que foi revisado no estudo de Dodge (1993). Os meninos tendem a exibir mais padrões externalizantes de comportamentos, caracterizados pela agressividade, e as meninas, por sua vez, padrões internalizantes, tipificados pela baixa autoestima e depressão. A aceleração da maturação puberal finalmente aumenta a probabilidade de início da atividade sexual e conseqüentemente o risco de gravidez na adolescência, de vínculos conjugais instáveis e de pouca disponibilidade para investir na educação dos filhos.

Os comportamentos parentais negligentes e abusivos são especialmente frequentes em situações de extrema desigualdade social e baixa expectativa de vida, tais como as encontradas em bolsões de marginalização social, para onde os benefícios do estado de direito não se estendem. As condições socioecológicas adversas afetam as estratégias reprodutivas de homens e mulheres de formas distintas, porém complementares. Ambientes caracterizados pela carência material, desigualdade social, desemprego, falta de oportunidades e perspectivas na vida e ausência de estado de direito acirram a competição intrasexual masculina, promovendo a cultura de dominância, aumentando a frequência de comportamentos agressivos e antissociais como estratégia para obter acesso a recursos reprodutivamente relevantes entre os homens sociocognitivamente menos qualificados (Wilson, Daly & Pound, 2002). Sob tais circunstâncias, o desenvolvimento tende a se orientar para meios violentos, onde suas ações se voltam para um sucesso reprodutivo desmedido, rompendo laços de engajamento familiar duradouros, através de uma espécie de síndrome do homem jovem, pobre, apedeuta, solteiro e sem filhos.

Os riscos associados ao comportamento violento podem até comprometer o bem-estar e a sobrevivência do indivíduo, mas compensam em curto prazo, do ponto de vista hedônico e reprodutivo, constituindo o que também poderia se chamar de uma síndrome do desconto do futuro, em que o valor do amanhã é desvalorizado (Giannetti, 2005).

Sob as mesmas circunstâncias socioecologicamente desfavoráveis, também aumenta a competição intrasexual feminina (Campbell, 2004). O interesse em se relacionar com parceiros sociocognitivamente qualificados, acirra a competição entre as mulheres. A falta de homens qualificados para o casamento transforma os poucos bons partidos disponíveis em recursos humanos escassos. O engajamento em atividades sexuais fora do relacionamento conjugal

aliado à busca por parceiros com baixo engajamento familiar aumentam a incerteza quanto à paternidade e o investimento parental masculino (Geary, 2005). Além de não demonstrarem propensão a investir na prole, homens pouco qualificados e inclinados à comportamentos desviantes e à violência estimula o surgimento de famílias uniparentais femininas e a formação de redes de apoio como, por exemplo, as formadas pelas avós (Barber, 2005; Campbell, 2004). Desta forma, a competição intrasexual pode contribuir para enfraquecer os vínculos conjugais.

CONSIDERAÇÕES

A consideração do nível causal distal ou da adaptatividade evolutiva ilumina o problema do comportamento de maltratar ou negligenciar os filhos a partir de uma perspectiva inédita. As hipóteses de programação epigenética e mediação somática, pelo *timing* da puberdade, sugerem que o desenvolvimento cerebral é sensível às condições ambientais iniciais e que elas podem ter consequências duradouras sobre o desenvolvimento do indivíduo. O reconhecimento da sensibilidade contextual dos mecanismos de desenvolvimento sugere uma mensagem otimista, ou seja, de que é possível mudar os desfechos alterando as condições de criação. Por outro lado, a natureza intergeracional do processo sugere uma mensagem de cautela. Políticas de transferência de renda parecem não ser suficientes para solucionar as condições de criação, uma vez que essas políticas tornam os indivíduos dependentes e não contribuem para sua capacitação pessoal e para a geração de fontes autônomas de rendimento. A necessidade, então, consiste em políticas educacionais que efetivamente melhorem a capacitação (*empowerment*) das famílias sob risco e, conseqüentemente, os cuidados de suas crianças. Ao mesmo tempo, as políticas educacionais devem ser continuadas, uma vez que seus efeitos somente serão perceptíveis ao longo de diversas gerações (para uma elaboração mais aprofundada das implicações políticas, vide Giannetti, 2005). A hipótese da previsão do tempo aponta, fundamentalmente, para o fato de que os desfechos do desenvolvimento ontogenético dependem, em grande parte, das circunstâncias ambientais. As mudanças são, portanto, necessárias e possíveis. Mas somente serão eficazes na medida em que a clientela das políticas públicas perceber como as intervenções podem melhorar consistentemente sua aptidão reprodutiva.

A hipótese da natureza adaptativa do comportamento parental negligente e abusivo se reveste ainda de importantes implicações quanto às necessidades de pesquisa. Como o problema é grave e como as evidências empíricas sugerem uma continuidade individual (Loeber & Stouthammer-Loeber, 1998) e intergeracional (Widom, 1989) dos comportamentos agressivos e antissociais, uma estratégia interventiva viável poderia ser o diagnóstico e a intervenção precoce e

continuada. Os eventuais efeitos do diagnóstico precoce, sob a forma, por exemplo, de efeitos de rotulação e de expectativas desfavoráveis, não são bem conhecidos. Além da questão ética mencionada, o tipo de pesquisa necessária para subsidiar as eventuais políticas públicas é metodologicamente complexo e caro. As pesquisas devem se basear em delineamentos longitudinais multivariados, geneticamente informativos, usando medidas múltiplas a partir de múltiplos informantes e, necessariamente, acompanhando os indivíduos por mais de uma geração

REFERÊNCIAS

Achenbach, T. M. (1992). Developmental psychopathology. In M. H. Bornstein & M. E. Lamb (Orgs.) *Developmental psychology: an advanced textbook* (3a. ed., pp. 629-675). Hillsdale (NJ): Erlbaum.

Adnopo, J., Grigsby, R. K. & Nagler, S. F. (1996). Multiproblem families and high-risk children and adolescents: causes and management. In M. Lewis (Org.) *Child and adolescent psychiatry. A comprehensive textbook* (2a. ed., pp. 1074-1080). Baltimore: Williams & Wilkins.

Agathonos-Georgopoulou, H. & Browne, K. D. (1997). The prediction of child maltreatment in Greek families. *Child Abuse & Neglect*, 21, 721-735.

Alexander, R. D. (1987). *The biology of moral systems*. New York: de Gruyter.

Allen, G. E. (1999). Genetics, eugenics, and the medicalization of social behavior: lessons from the past. *Endeavour*, 26, 10-19.

Arendt, H. (1973). *The origins of totalitarianism* (Vol. 244). Houghton Mifflin Harcourt.

Barber, N. (2005). Evolutionary explanations for societal differences in single parenthood. *Evolutionary Psychology*, 3, 142-164.

Barker, D. J. P. (2001). Fetal and infant origins of infant disease. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 149, S2-S6.

Barkley, R.A., Karlsson, J., Strzelecki, E. & Murphy, J. (1984). Effect of age and Ritalin dosage on the mother-child interactions of hyperactive children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 52, 750-758.

Baron, R. M. & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical

considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, 1173– 1182.

Beckett, C. Bredenkamp, D., Castle, J., Groothues, C., O'Connor, T. G., Rutter, M. & the English and Romanian Adoptees (E. R. A.) Study Team (2002). Behavior patterns associated with institutional deprivation: a study of children adopted from Romania. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 23, 297-303.

- Belsky, J. (1993). Etiology of child maltreatment a developmental-ecological analysis. *Psychological Bulletin*, 114, 413–434.
- Belsky, J. (2007). Experience in childhood and the development of reproductive strategies. *Acta Psychologica Sinica*, 39, 454-468.
- Belsky, J., Steinberg, L. & Draper, P. (1991). Childhood experience, interpersonal development and reproductive strategy: an evolutionary theory of socialization. *Child Development*, 62, 647-670.
- Belsky, J., Caspi, A., Moffitt, T. E., & Poulton, R. (2020). *The origins of you: How childhood shapes later life*. Harvard University Press.
- Brown, J., Cohen, P., Chen, H., Smailes, E. & Johnson, J. G. (2004). Sexual trajectories of abused and neglected youth. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 25, 77-82.
- Brown, J., Ye, H., Bronson, R., Dikkes, P. & Greenberg, M. (1996). A defect in nurturing in mice lacking the immediate early gene *fosB*. *Cell*, 86, 297–309.
- Bussey, K. & Bandura, A. (1999). Social cognitive theory of gender development and differentiation. *Psychological Review*, 106, 676-713.
- Campbell, A. (2004). Female competition: Causes, constraints, content, and contexts. *Journal of Sex Research*, 41(1), 16-26.
- Carvalho, M. R. S., Santos, L. L., Peixoto, M. G. C. D., & Haase, V. G. (2008). Para uma melhor compreensão da base genética das doenças. In V. G. Haase, F. O. Ferreira & F. J. Penna (Orgs.) *Aspectos biopsicossociais da saúde na infância e adolescência*. Belo Horizonte: Coopmed (no prelo).
- Carlson, E. A., Sampson, M. C. & Sroufe, L. A. (2003). Implications of attachment theory for developmental-behavioral pediatrics. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 24, 364-379.
- Caspi, A., McClay, J., Moffitt, T. E., Mill, J., Martin, J., Craig, I. W., Taylor, A. & Poulton, R. (2002). Role of the genotype in the cycle of violence in maltreated children. *Science*, 297, 851-854.
- Caspi, A., Sugden, K., Moffitt, T. E., Taylor, A., Craig, I. W., Harrington, H., McClay, J., Mill, J., Martin, J., Braithwaite, A. & Poulton, R. (2003). Influence of life-stress in depression: moderation by a polymorphism in the 5-HTT gene. *Science*, 301, 386-389.
- Chisholm, J. S. & Burbank, V. K. (2001). Evolution and inequality. *International Journal of Epidemiology*, 30, 206-211.
- Coall, D. A. & Chisholm, J. S. (2003). Evolutionary perspectives on pregnancy: maternal age at menarche and infant birth weight. *Social Science & Medicine*, 57, 1771-1781.
- Cohen-Cory, S. (2002). The developing synapse: construction and modulation of synaptic structure and circuits. *Science*, 198, 770-776.

- Compton, M. T. (2002). The association of Hygieia with Asklepios in graeco-roman Asklepieion medicine. *Journal of the History of Medicine*, 57, 312-329.
- Cowan, W. M., Fawcett, J. W., O'Leary, D. D. & Stanfield, B. B. (1984). Regressive events in neurogenesis. *Science*, 225, 1258-1265.
- Curi, A. Z., & Menezes-Filho, N. (2014). The relationship between school performance and future wages in Brazil. *Economia*, 15(3), 261-274.
- Denenberg, V. H. (2000). Evolution proposes and ontogeny disposes. *Brain and Language*, 73, 274-296.
- Dodge, K. A. (1993). Social-cognitive mechanisms in the development of conduct disorders and depression. *Annual Review of Psychology*, 44, 559-584.
- Dodge, K. A., Pettit, G. S., Bates, J. E. & Valente, E. (1995). Social-information processing patterns partially mediate the effect of early physical abuse on later conduct problems. *Journal of Abnormal Psychology*, 104, 632-643.
- Dodge, K. A., Bates, J. E. & Pettit, G. S. (1990). Mechanisms in the cycle of violence. *Science*, 250, 1678-1683.
- Dodge, K. A., & Pettit, G. S. (2003). A biopsychosocial model of the development of chronic conduct problems in adolescence. *Developmental Psychology*, 39, 349-371.
- Ebling, F. J. P. (2005). The neuroendocrine timing of puberty. *Reproduction*, 129, 675-683.
- Edelman, G. M. (1987). *Neural Darwinism. The theory of neuronal group selection*. New York: Basic Books.
- Ellis, B. J. (2004). Timing of pubertal maturation in girls: an integrated life history approach. *Psychological Bulletin*, 130, 920-958.
- Ellis, B. J. & Garber, J. (2000). Psychosocial antecedents of variation in girls' pubertal timing: Maternal depression, stepfather presence, and marital and family stress. *Child Development*, 71, 485-501.
- Ellis, B. J., McFadyen-Ketchum, S., Dodge, K. A., Pettit, G. S. & Bates, J. E. (1999). Quality of early family relationships and individual differences in the timing of pubertal maturation in girls: a longitudinal test of an evolutionary model. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, 387-401.
- Fergusson, D. M., Horwood, L. J. & Ridder, E. M. (2005). Show me the child at seven: the consequences of conduct problems in childhood for psychosocial functioning in adulthood. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46, 837-849.
- Fletcher, R. H., Fletcher, S. W. & Wagner, E. H. (2003). *Epidemiologia clínica: elementos essenciais* (3a. ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Foley, D. L., Eaves, L. J., Wormley, B., Silberg, J. L., Maes, H. H., Kuhn J. & Riley, B. (2004). Childhood adversity, monoamine oxidase a, and risk for conduct disorder. *Archives of General Psychiatry*, 61, 738-744.

- Francis, D., Diorio, J., Liu, D. & Meaney, M. J. (1999). Nongenomic transmission across generations of maternal behavior and stress responses in the rat. *Science*, 286, 1155-1158.
- Fries, A. B. W., Ziegler, T. E., Kurian, J. B., Jacoris, S. & Pollak, S. D. (2005). Early experience in humans is associated with changes in neuropeptides critical for regulating social behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 102, 17237-17240.
- Fukuyama, F. (2000). *A grande ruptura. A natureza humana e a reconstituição da ordem social*. Rio de Janeiro: Rocco.
- Giannetti, E. (2005). *O valor do amanhã. Ensaio sobre a natureza dos jurros*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Gammie, S. C. (2005). Current models and future directions for understanding the neural circuitries of maternal behavior in rodents. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 4, 119-135.
- Garber, J. A., Brooks-Gunn, J. R. & Warren, M. P. (1995). The antecedents of menarcheal age: heredity, family environment, and stressful life events. *Child Development*, 66, 346-359.
- Graber, J. A., Lewinsohn, P. M., Seeley, J. R., Brooks-Gunn, J. (1997). Is psychopathology associated with the timing of pubertal development? *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 36, 1768-1776.
- Graber, J. A., Seeley, J. R., Brooks-Gunn, J., Lewinsohn P. M. (2004). Is pubertal timing associated with psychopathology in young adulthood. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 43, 718-726.
- Geary, D. C. (2005). Evolution of paternal investment. In D. M. Buss (Ed.), *The evolutionary psychology handbook* (pp. 483-505). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- George, R. P., & Levin, Y. (2015). Family Breakdown and Poverty. *Education Next*, 15(2), 1-10.
- Giannetti, E. (2005). *O valor do amanhã. Ensaio sobre a natureza dos jurros*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Gomes, R., Deslandes, S. F., Veiga, M. M., Bhering, C. & Santos, J. F. C. (2002). Por que as crianças são maltratadas? Explicações para a prática de maus-tratos infantis na literatura. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 18, 707-714.
- Gottesman, I. I., & Gould, T. D. (2003). The endophenotype concept in psychiatry; etymology and strategic intentions. *American Journal of Psychiatry*, 160, 636-645.
- Hannula-Sormunen, M. M., Lehtinen, E., & Räsänen, P. (2015). Preschool children's spontaneous focusing on numerosity, subitizing, and counting skills as predictors of their mathematical performance seven years later at school. *Mathematical Thinking and Learning*, 17(2-3), 155-177.
- Hong, E. J., West, A. E. & Greenberg, M. E. (2005). Transcriptional control of cognitive development. *Current Opinion in Neurobiology*, 15, 21-28.

- Hrdy, S. B. (2001). *Mãe natureza. Uma visão feminina da evolução: maternidade, filhos e seleção natural*. Rio de Janeiro: Campus.
- Ilich, I. (1975). *A expropriação da saúde: nêmesis da medicina*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Johnson, M. H. (1999). Cortical plasticity in normal and abnormal cognitive development: evidence and working hypothesis. *Development and Psychopathology*, 11, 419-437.
- Johnston, M. V., Nishimura, A., Harum, K., Pekar, J. & Blue, M. E. (2001). Sculpting the developing brain. *Advances in Pediatrics*, 48, 1-38.
- Jones, O. D. (1997). Evolutionary analysis in law: an introduction and application to child abuse. *North Carolina Law Review*, 75, 1117-1242.
- Kail, R. (1993). Processing speed, speech rate and memory. *Developmental Psychology*, 28, 899-904.
- Kail, R. & Hall, L. K. (1994). Processing speed, naming speed, and reading. *Developmental Psychology*, 30, 949-954.
- Keller, H. (2001). Lifespan development: evolutionary perspectives. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Orgs.) *International encyclopedia of the social and behavioral sciences* (pp. 8840-8844). New York: Elsevier.
- Kendler, K. S., Kuhn, J., Vittum, J., Prescott, C. A. & Riley, B. (2005). The interaction of stressful life events and a serotonin transporter polymorphism in the prediction of episodes of major depression. A replication. *Archives of General Psychiatry*, 62, 529-535.
- Kolb, B. & Fantie, B. (1997). Development of the child's brain and behavior. In C. R. Reynolds & E. Fletcher-Jensen (Orgs.) *Handbook of clinical child neuropsychology* (2^a. ed., pp. 17-41). New York: Plenum.
- Lamb, M. E., Ketterlinus, R. B. & Fracasso, M. P. (1992). Parent-child relationships. In M. H. Bornstein & M. E. Lamb (Orgs.) *Developmental psychology: an advanced textbook* (3a. ed., pp. 465-518). Hillsdale (NJ): Erlbaum.
- Lazarus, R. S. & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. New York: Springer.
- Levine, S. (2005). Developmental determinants of sensitivity and resistance to stress. *Psychoneuroendocrinology*, 30, 939-946.
- Loeber R, & Stouthamer-Loeber M. (1998). Development of juvenile aggression and violence. Some common misconceptions and controversies. *American Psychologist*, 53, 242-249.
- Maccoby, E. (2000). Parenting and its effects on children: on reading and misreading behavior genetics. *Annual Review of Psychology*, 51, 1-27.
- Maestriperi, D. (1999). The biology of human parenting: insights from nonhuman primates. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 23, 411-422.

- Mayr, E. (1961). Cause and effect in biology. *Science*, 134, 1501-1506.
- Meaney, M. J. (2001). Maternal care, gene expression, and the transmission of individual differences in stress reactivity across generations. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 1161-1192.
- Meaney, M. J. & Szyf, M. (2005). Maternal care as a model for experience-dependent chromatin plasticity. *Trends in Neurosciences*, 28, 456-463.
- Meyer, S. E., Chrousos, G. P. & Gold, P. W. (2001). Major depression and the stress system: a lifespan perspective. *Development and Psychopathology*, 13, 565-580.
- Miller, L., Kramer, R., Warner, V., Wickramaratne, P. & Weissman, M. (1997). Intergenerational transmission of parental bonding among women. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 36, 1134-1139.
- Moffitt, T. E., Caspi, A., Belsky, J., & Silva, P. A. (1992). Childhood experience and the onset of menarche: A test of a sociobiological model. *Child Development*, 63, 47-58.
- Mustanski, B. S., Viken, R. J., Kaprio, J., Pulkkinen, L. & Rose, R. J. (2004). Genetic and environmental influences on pubertal development: longitudinal data from Finnish twins at ages 11 and 14. *Developmental Psychology*, 40, 1188-1198.
- Neugebauer, R. (2000). Research on intergenerational transmission of violence: the next generation. *Lancet*, 355, 1116-1117.
- Newcomb, M. D. & Locke, T. F. (2001). Intergenerational cycle of maltreatment: a popular concept obscured by methodological limitations. *Child Abuse & Neglect*, 25, 1219-1240.
- Parent, A. S., Teilmann, G., Juul, A., Skakkebaek, N. E., Toppari, J. & Bourguignon, J. P. (2003). The timing of normal puberty and the age limits of sexual precocity: variations around the world, secular trends, and changes after migration. *Endocrine Reviews*, 24, 668-293.
- Parker, S. W. Nelson, C. A., & The Bucharest Early Intervention Project Core Group (2005). *Development and Psychopathology*, 17, 621-639.
- Patterson, J. T. (2015). Moynihan and the single-parent family: the 1965 report and its backlash. *Education Next*, 15(2), 6-14.
- Petermann, F., Kusch, M. & Niebank, K. (1998). *Entwicklungspsychopathologie. Ein Lehrbuch*. Weinheim: Beltz/PVU.
- Pike, A. & Plomin, R. (1996). The importance of nonshared environmental factors for childhood and adolescent psychopathology. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 35, 560-570.
- Pinker, S. (2004). *Tábula rasa. A negação contemporânea da natureza humana*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Pollak, S. D. (2005). Early adversity and mechanisms of plasticity: integrating affective neuroscience with developmental approaches to psychopathology. *Development and Psychopathology*, 17, 735-752.

- Rakic, P. (1988). Specification of cerebral cortical areas. *Science*, 241, 170-176.
- Rees, C. A. (2005). Thinking about children's attachments. *Archives of Diseases in Childhood*, 90, 1058-1065.
- Repetti, R. L., Taylor, S. E. & Seeman, T. E. (2002). Risky families: family social environments and the mental and physical health of offspring. *Psychological Bulletin*, 128, 330-366.
- Ridley, M. (2004). *O que nos faz humanos. Genes, natureza e experiência*. Rio de Janeiro: Record.
- Rose, B. M., Holmbeck, G. N., Cloakey, R. M. & Franks, E. A. (2004). Mediator and moderator effects in developmental and behavioral pediatric research. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 25, 58-67.
- Rutter, M. & Sroufe, L. A. (2000). Developmental psychopathology: concepts and challenges. *Development and Psychopathology*, 12, 165-296.
- Shatz, C. J. (1992). The developing brain. *Scientific American*, 267, 60-67.
- Sheng, M. & Kim, M. J. (2002). Postsynaptic signaling and plasticity mechanisms. *Science*, 298, 776-780.
- Shih, J. C. & Thompson, R. F. (1999). Monoamine oxidases in neuropsychiatry and behavior. *American Journal of Human Genetics*, 65, 593-598.
- Stelko-Pereira, A. C., & de Albuquerque Williams, L. C. (2016). Evaluation of a Brazilian school violence prevention program (Violência nota zero). *Pensamiento Psicológico*, 14(1), 63-76.
- Sung, S., Simpson, J. A., Griskevicius, V., Kuo, S. I., Schlomer, G. L., & Belsky, J. (2016). Secure infant-mother attachment buffers the effect of early-life stress on age of menarche. *Psychological Science*, 27, 667-674.
- Tinbergen N. (1963). On the aims and methods of ethology. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 20, 410-463.
- Turkheimer, E. (2000). Three laws of behavior genetics and what they mean. *Current Directions in Psychological Science*, 9, 160-164.
- Verdugo, M. A. & Bermejo, B. G. (1997). The mentally retarded person as a victim of maltreatment. *Aggression and Violent Behavior*, 2, 143-165.
- Voland, E. (1998). Evolutionary ecology of human development. *Annual Review of Anthropology*, 27, 347-374.
- Water, E., Merrick, S., Treboux, D., Crowell, J. & Albersheim, L. (2000). Attachment security in infancy and early adulthood: a twenty-year longitudinal study. *Child Development*, 71, 684-489.

Widom, C. S. (1989). Does violence beget violence? A critical examination of the literature. *Psychological Bulletin*, 106, 3-28.

Wilson M, Daly M, Pound, N (2002) An evolutionary psychological perspective on the modulation of competitive confrontation and risk taking. In D. Pfaff et al, (Orgs.) *Hormones, brain and behavior* (vol. 5, pp. 381-408). San Diego: Academic.

Wong, R. O. L. (1993). The role of spatio-temporal firing patterns in neuronal development of sensory systems. *Current Opinions in Neurobiology*, 3, 595-601.

Worthman, C. M. & Kuzara, J. (2005). Life history and the early origins of health differentials. *American Journal of Human Biology*, 17, 95-112.

Woessmann, L. (2015). An international look at the single-parent family. *Education Next*, 15(2), 42-49.

Zielinsky, D. S. (2005). Long-term socioeconomic impact of child abuse and neglect: implications for public policy. Durham (NC): Center for Child and Family Policy, Duke University (disponível em <http://www.childandfamilypolicy.duke.edu/publications/policybriefs/files/eca/ImpactofAbuse-DZielinski.pdf>, acesso em 16/06/08).

[1] É importante aqui diferenciar cuidadosamente entre adaptação psicossocial e o conceito de adaptação no sentido biológico. Adaptação psicossocial é um construto utilizado nas ciências da saúde e na psicologia para se referir a indicadores da qualidade do funcionamento psicológico e social do indivíduo em termos de desempenho escolar, integração social, qualidade de vida, saúde mental etc. O termo aptidão reprodutiva, tal como utilizado aqui, se refere à probabilidade de replicação do *pool* de genes de uma geração para outra. O indivíduo, nessa perspectiva, é considerado um veículo pelo qual os genes se replicam de uma geração para outra. Adaptação em biologia, por outro lado, se refere ao grau em que as características fenotípicas de um indivíduo se adequam às exigências ambientais no que se refere à probabilidade de replicação das características genéticas subjacentes de uma geração para outra. Evolutivamente falando, a adaptação (relação genótipo-fenótipo-ambiente) é a causa, os diversos mecanismos seletivos (natural, sexual e de parentesco) constituem o processo e a sobrevivência e a aptidão reprodutiva são as conseqüências. É possível dizer que a adaptação biológica promove a sobrevivência e a aptidão reprodutiva sem necessariamente promover a felicidade ou saúde mental (a adaptação psicossocial). O motivo principal dessa disjunção eventual é o fato de que os comportamentos do indivíduo refletem a operação de mecanismos adaptativos ou módulos comportamentais selecionados no ambiente de evolução da espécie, os quais não necessariamente correspondem às circunstâncias ambientais atuais. Nessa perspectiva, as manifestações de “doenças mentais” podem ser interpretadas como comportamentos que promovem a aptidão às expensas da felicidade.

[2] É importante mencionar que a terminologia adotada, fazendo referência a decisões, estratégias e investimentos, não implica que os indivíduos tenham consciência dos mecanismos envolvidos ou que o processo implique um esforço deliberado.

Capítulo 2 - Como as Experiências Adversas na Infância (EAI) afetam o Desfecho Escolar?²

Henrique Augusto Torres Simplício & Vitor Geraldi Haase

INTRODUÇÃO

No mundo globalizado, a educação atua como uma importante ferramenta de ascensão econômica e social. Por meio dela, crianças e adolescentes especializam-se e desenvolvem habilidades que permitirão uma melhor inserção no mundo do trabalho. Possuir baixo desempenho acadêmico está associado a uma série de limitações que incluem menor poder aquisitivo, maior dificuldade de ingressar e de sair do mercado de trabalho (Salonsalmi, et al., 2019), além de comprometimentos na saúde (McHutchison et al., 2017). Dentre os fatores capazes de criar barreiras duradouras no desfecho escolar estão as experiências adversas ao longo da infância (EAI). Essas experiências podem ser definidas por acontecimentos ou eventos traumáticos que ocorrem antes do ingresso na vida adulta. Essas experiências manifestam-se de diversas formas, dentre elas, viver em um ambiente familiar disfuncional (negligência, violência familiar, envolvimento com crimes, alcoolismo parental), testemunhar ou sofrer abusos sexuais, físicos, emocionais ou verbais, frequentar ou conviver ambientes com elevada taxa de violência e criminalidade, sofrer com casos de violência escolar.

Em termos probabilísticos, as EAIs indicam maior chance do surgimento de problemas ao longo do desenvolvimento na infância e da vida adulta (Gilbert et. al. 2009). Como num efeito cascata, elas promovem prejuízos em diferentes sistemas que interagem com limitações no desenvolvimento de habilidades cognitivas secundárias no aprendizado (Geary, 2007). O desenvolvimento dessas habilidades depende de uma arquitetura evolutiva recente, demandando maior carga de trabalho (Willingham, 2021).

Embora existam variações geográficas desses fenômenos (Viola et al, 2016), as EAIs atuam enquanto um problema global. Avaliar quais tipos de experiência e como elas se manifestam por meio de variações contextuais e individuais tem motivado uma série de pesquisas no campo da psicopatologia do desenvolvimento. Nas últimas décadas, um campo interdisciplinar promissor estudou a relação entre as EAIs, dados sociodemográficos, características físicas e desfechos psicológicos, neurofuncionais que impactam no aprendizado. Essas contribuições

² Capítulo em etapa final de revisão do Livro *Pedagogia do Sucesso (Vol.1): Diferenças Individuais, Família, Currículo e Intervenções*, Editora Ampla (2022).

provêm de estudos em modelos animais, dados genéticos, estudos longitudinais e até medidas de georreferenciamento de como as disposições ecológicas se associariam com o desempenho escolar. Com intuito de reunir essas informações por meio de uma pesquisa interdisciplinar, o presente texto pretende estabelecer uma revisão sobre o efeito das EAIs no desfecho acadêmico dos estudantes. Para tanto, o artigo reunirá os resultados de como as EAIs interagem com: a) Indivíduo; b) Família; c) Escola.

Na primeira categoria, serão avaliados os efeitos das experiências adversas na saúde e bem-estar, analisando como tais características interagem com alterações que impactam estruturas importantes do organismo responsáveis pelo processamento de informações e, por consequência, no aprendizado e formação da criança e do adolescente. Na segunda categoria, serão reunidos resultados que avaliam como a estrutura familiar, incluindo o comportamento dos pais, medidas disciplinares, maus-tratos ou fatores protetivos associam-se também a prejuízos ou suporte à criança. Por fim, na última categoria, o texto reunirá resultados de como a cultura e as disposições escolares interagem com a promoção de ambientes mais propícios aos desfechos escolares da criança e do adolescente. Nessa etapa, serão avaliados dados sobre como a violência, *bullying* e relacionamento com a comunidade na qual a escola está inserida, impactam o desenvolvimento e desfechos escolares dos estudantes. Ao longo das três categorias, serão também consideradas implicações evolutivas dessas experiências em desfechos adaptativos.

Embora existam estudos que separem o baixo poder aquisitivo das demais experiências de vulnerabilidade, esse artigo buscou integrar esses resultados considerando a pobreza, miséria e baixo poder aquisitivo como integrantes das EAIs. A integração desses resultados se deve à importância da integração de variáveis que incluam prejuízos econômicos como fatores de vulnerabilidade na promoção de resultados satisfatórios na infância (Sheridan e McLaughlin, 2016).

INDIVÍDUO

As experiências adversas estão associadas a fenômenos deletérios na saúde ao longo da vida adulta, incluindo limitações que vão desde o processamento de informações até problemas comportamentais. Embora existam vertentes educacionais que minimizam o papel das áreas médicas, biológicas e da saúde no desempenho acadêmico (Simplício e Haase, 2020), é preciso avaliar com cuidado como esses problemas não só se associam aos desfechos escolares, como

também a etapas anteriores ligadas à formação da cognição e de habilidades específicas destinadas ao aprendizado.

Do ponto de vista neurofisiológico, o organismo é modulado pelas EAIs. Resultados avaliam como o córtex cerebral responde a alterações na medida em que o poder aquisitivo decresce, afetando áreas responsáveis pela leitura, funções executivas e habilidades espaciais (Noble, et. al, 2015). O efeito da privação econômica interage diretamente com o organismo em regiões destinadas à execução de tarefas complexas.

Por outra via, as EAIs típicas, ligadas a negligências e violências, atuam negativamente em regiões anatomofuncionais responsáveis pela coordenação do executivo central. Essas regiões executam operações importantes no processamento de informações, sendo responsáveis pelas mais distintas tarefas que permitirão ao indivíduo aprender o conteúdo escolar, relacionar-se com seus pares ou executar tarefas de elevado nível de complexidade. Áreas responsáveis pela resposta emocional e memória, como as regiões do hipocampo, córtex orbitofrontal e giro do cíngulo, demonstraram uma redução da massa cinzenta em indivíduos com maiores escores em questionários destinados a avaliar os efeitos do abusos na infância (Dannlowski et al. 2012). Ao mesmo tempo, a amígdala cerebral, região responsável pela reação a estímulos emocionais demonstra maior sensibilidade de ativação quando exposta a imagens de pessoas com semblante negativo quando comparada às que não passaram por essas situações (Dannlowski et al. 2012). Esses dados sugerem que, em indivíduos que passaram por algum tipo de trauma externo, há a persistência de um maior sentimento de ameaça, com uma vigilância acentuada ou um estado emocional de “lutar ou correr”. Essas associações persistiram ao se avaliar o grau de ansiedade, idade, depressão ou inteligência. Um trabalho de revisão sistemática também encontrou prejuízos ao córtex pré-frontal medial, hipocampo e amígdala que essas experiências podem acarretar (McLaughlin et al.,2019).

Alterações no hipocampo são preocupantes na medida em que essa região é responsável por atividades ligadas ao aprendizado como a formação de memórias e reação a emoções. Os elevados níveis de cortisol apresentam efeitos deletérios nessa região. Trabalhos de revisão (Davis et al., 2015), empíricos (MacQueen e Frodl, 2011) e de metanálise (Woon e Hedges, 2008) têm avaliado esses efeitos deletérios. Woon e Hedges (2008) avaliaram prejuízos na amígdala e no hipocampo em crianças que apresentaram estresse pós-traumático. Outros comprometimentos fisiológicos na vida adulta incluem encurtamento dos telômeros (Ridout et al. 2018), inflamação (Danese, et al, 2009) e comprometimentos no sistema endócrino. Esses

comprometimentos promovem alterações morfofuncionais, influenciando desde a secreção de hormônios e desenvolvimento de áreas importantes responsáveis pela memória até funções executivas e emoções. Atualmente, um dos grandes desafios no campo da pesquisa envolvendo dificuldades de aprendizagem talvez seja o de avaliar de que maneira as características individuais reagem distintamente no decorrer das EAIs. Dados apontam que alguns indivíduos possuem vulnerabilidades intrínsecas que acabam por trazer maiores prejuízos ao longo do desenvolvimento.

Um dos modelos que vem sendo usado nas pesquisas psicopatológicas para compreender a relação entre fatores ambientais e características individuais encontra-se no modelo da diátese-estresse (Belsky, et. al., 2020). Esse modelo tem-se mostrado sensível à operacionalização de interações entre características ambientais e genéticas (Colodro-conde, et. al., 2017). Segundo ele, a diátese representaria uma vulnerabilidade intrínseca pertencente ao organismo, mas que, embora existente, não é capaz de proporcionar, sozinha, alterações comportamentais bruscas. Essas alterações tenderiam a ocorrer por meio de alguma intervenção externa capaz de desencadear efeitos deletérios (estresse). Esse fator externo interagiria com uma condição limitante inicial, deflagrando comportamentos patológicos. Dessa forma, experiências adversas, como violência entre pares, maus-tratos ou abuso infantil poderiam afetar mais profundamente indivíduos portadores de certas características em comparação com outros que passaram pelas mesmas experiências, mas que possuem rotas de desenvolvimento distintas.

Análises promovidas com o polimorfismo do gene da MAOA indicam como a baixa ativação do gene modera comportamentos conflitivos e personalidade antissocial quando submetidos a experiências de maus-tratos, de modo que esses comportamentos tendem a atuar como um gráfico de escada, na medida em que os maus-tratos são mais severos (Caspi, et. al. 2002). Esses dados precisam ser avaliados com mais cuidado ainda, na medida em que a exposição a essas experiências pode atuar como um *proxy* ou “efeito atrator”, aumentando significativamente o risco de exposição a circunstâncias que produzem vulnerabilidades. Esses resultados indicam o quanto ambientes vulneráveis podem enviesar a cognição para comportamentos mais deletérios, sugerindo que profissionais das áreas da saúde e educação devem permanecer atentos aos possíveis efeitos deletérios multidirecionais apresentados por crianças e adolescentes que passam por EAIs.

Referências exploram tanto em que medida essas formas de violência incidem sobre a perda de desempenho quanto em como essa última é explicada por fatores como baixos escores

educacionais ou baixo poder aquisitivo (Dietz, 2000). Estudos clássicos já apontavam os riscos dos maus-tratos na infância como estando associados à manifestação de estresse pós-traumático, comportamento antissocial, transtorno *borderline*, comportamento depressivo, narcísico e paranoico (Johnson, et. al. 1991). A exposição a abusos físicos e sexuais na infância e adolescência torna a pessoa mais propensa a internações psiquiátricas, tentativas de suicídio, depressão, ansiedade, baixa autoestima, além de maior tendência ao abuso de álcool e drogas ilícitas, comparativamente às que nunca passaram por esse fenômeno (McCauley, et.al. 1997). Meninos e meninas que passaram por essas experiências obtêm resultados deletérios em testes de avaliação do desempenho cognitivo quando comparados com os que não foram expostos a nenhuma forma de violência. Um estudo apresentou que eles pontuaram pior em testes de inteligência, atenção, funções executivas e desempenho acadêmico (Nooner, et.al, 2018).

Hábitos e práticas como consumo de drogas lícitas e ilícitas (bebidas alcoólicas, maconha e cocaína) na infância e adolescência têm se associado com o efeito prejudicial ao longo do período de desenvolvimento. A bebida alcoólica vincula-se a piores resultados acadêmicos e evasão escolar, além de distúrbios psiquiátricos (Holtes, et. al, 2015). Estudantes com comportamento agressivo possuem menor senso de identificação com a escola, além de maior taxa de consumo de bebidas alcólicas (Finn e Frone, 2003). Drogas como cocaína associam-se a problemas comportamentais, psiquiátricos e perda do desempenho escolar (Gfroerer e Brodsky, 1993). Esses resultados podem também ser aplicados ao uso da maconha. Estudos têm demonstrado que o uso da maconha na infância e adolescência está correlacionado a um declínio das funções neuropsicológicas, mesmo controlando-se o efeito do tempo escolar (Meier, et. al. 2012).

Na medida em que se avalia o modelo de sobrecarga cognitiva e as limitações da memória de trabalho frente a interferências na aprendizagem (Sweller et. al, 1998; Willingham, 2021), é necessário identificar nas EAs a promoção de obstáculos adicionais que promovem resultados com possível efeito estressor. Por meio do modelo, estima-se o quanto a capacidade de processamento de informações é limitada e altamente sensível à quantidade de elementos que um indivíduo consegue manipular durante o aprendizado ou a realização de uma tarefa. Conforme discutido, estresses emocionais promovidos por experiências de vulnerabilidade trazem prejuízos metabólicos, neurofuncionais que podem trazer barreiras adicionais à capacidade de processamento de informações.

FAMÍLIA

O ambiente familiar fornece os primeiros espaços de estímulo, socialização e aprendizado para a criança. Conviver em um ambiente familiar com maior quantidade de recursos está associado a melhores desfechos no desenvolvimento e no desempenho escolar. Maior quantidade de brinquedos, tempo despendido pelos pais nos cuidados da primeira infância (NICHD, 2003), ausência de conflitos familiares vinculam-se a desfechos positivos na valência de habilidades socioemocionais.

Os desfechos escolares da criança são influenciados precisamente pelo *background* familiar, tanto no que se refere a hábitos e renda, quanto à disposição de bens culturais. Por exemplo, a educação dos pais está associada a riscos de comorbidades que anteciparão a saída do indivíduo do mercado de trabalho (Salonsalmi, 2019). Fenômenos como o *fourth grade slump* (O baque da quarta série) levantam a hipótese de como, em determinado momento da vida, a diferença entre capitais culturais e econômicos fornecidos pelas famílias podem acentuar a desigualdade do desempenho escolar estudantil. Dados multiníveis avaliam em que medida questões associadas ao baixo poder aquisitivo ou a fatores socioculturais (morar na zona rural, baixa quantidade de livros em casa) influem na perda do desempenho escolar (Berthelot et al. 2001). Esses dados caminham na mesma direção de uma série de estudos transversais e longitudinais que avaliam o efeito da pobreza ou baixa condição financeira, predizendo efeitos negativos na saúde (Marmot, et al. 2008).

Alguns resultados avaliam, por meio da *life history theory*, o efeito das relações familiares em desfechos psicossomáticos na infância (Belsky, et al, 1991). Há resultados indicando a aceleração de etapas do desenvolvimento sexual em meninas (antecipação da menarca) quando os cuidados maternos fornecidos são mais austeros (Belsky et al. 2010). Esses resultados casam com outros que avaliam os efeitos protetivos da segurança no relacionamento parental. Essa estabilidade atuaria justamente evitando a antecipação da menarca no sexo feminino (Sung et al. 2016). A antecipação da atividade sexual é vista como prejudicial, na medida em que ultrapassar etapas iniciais de desenvolvimento associa-se a prejuízos ao longo da vida adulta.

Do ponto de vista filogenético, melhores cuidados maternos estão associados a alterações duradouras na expressão de genes. No caso do receptor glicocorticoide (GR) (Nr3c1), que atua no eixo hipotalâmico-hipófise adrenal, há resultados aplicados em estudos em mamíferos (incluindo a espécie humana) e que avaliam como experiências traumáticas estão associadas a

alterações desse eixo que atua tanto no crescimento como no sistema imune (Weaver et al., 2004; Turecki e Meaney, 2016). A presença adequada dos pais ao longo do desenvolvimento atua como atributo protetivo da prole, evitando maior chance de os filhos desenvolverem distúrbios psiquiátricos futuros (Murray, et. al. 2011). Estudos longitudinais indicam a importância da coesão familiar e autoestima no promovendo resultados positivos na saúde mental (Lewandowski, et. al. 2014). Crianças maltratadas possuem maior chance de se envolverem em comportamentos em infrações de delinquência juvenil (Mersky e Reynolds, 2007). Dados apontam que crianças que vivem em condições mais vulneráveis precisam contar com outras características compensatórias de resiliência para alcançar desfechos satisfatórios (Lewandowski, et. al. 2014). Características como a inteligência e *self concept* podem atuar como fatores protetivos na saúde de jovens com histórico de transtornos de conduta (Olsson e Hansson, 2009). A resiliência desses jovens parece protegê-los da perda de desempenho frente à ocorrência de maus tratos (Schelbe, Franks e Miller, 2010). Entretanto, nem sempre atributos compensatórios são salvaguarda para casos de violência familiar. Há resultados avaliando limitações da própria inteligência em conter os efeitos deletérios da depressão e ansiedade (Harpur, et. al., 2015). Crianças que receberam maus-tratos familiares demonstraram maior manifestação de atraso no desenvolvimento da fala quando comparadas com aquelas criadas por outras instituições de cuidado, mesmo sem vínculo familiar consanguíneo (Zajac, et al. 2019).

O fenômeno da violência familiar não acontece apenas por meio de forma aleatória, despropositada, baseado em causas emocionais repentinas. Alguns pais, buscando corrigir comportamentos considerados indesejados dos filhos, realizam punições severas com intuito de que o comportamento se encerre. Contudo, esses castigos associam-se a uma série de comportamentos prejudiciais futuros da criança, incluindo transtornos de humor, ansiedade, personalidade com abuso/dependência de álcool, drogas, mesmo após o controle de variáveis sociodemográficas (Afifi, et. al., 2012). Essa violência familiar influencia na capacidade de crianças interagirem com as demais na escola. Menores habilidades sociais de crianças na educação infantil parecem se correlacionar a experiências de maus-tratos familiares comparativamente com aquelas que não passaram por essa forma de violência, mesmo que ambos os grupos sejam provenientes de lares com baixa renda. Crianças de 3-5 anos de idade que passaram por maus-tratos demonstraram menor engajamento em interações sociais e participação em brincadeiras comparativamente com aquelas que não passaram por esse tipo de violência (Darwish, et.al. 2001).

A presença ou ausência de um dos familiares dentro de casa vincula-se a problemas motivacionais (Dubowitz, et. al. 2001). Jovens que passaram por maus-tratos, abuso infantil costuma ter maiores problemas de desempenho escolar, incluindo repetências e problemas disciplinares (Eckenrode et. al, 1993). Hábitos familiares, como participar de refeições, atuam como fatores protetivos, tanto ligados à melhoria do desempenho escolar na habilidade da leitura e da matemática (Alves, 2010), como no engajamento do comportamento de alto risco, tais como depressão, suicídio, envolvimento com drogas e problemas escolares (Fulkerson et. al. 2006). Esses resultados demonstram o quanto o desenvolvimento da criança e do adolescente é sensível às interações familiares. Mais do que uma instituição dependente de variações históricas e sociais, as relações parentais incidem diretamente, por meio de desfechos multi efeito na saúde e no aprendizado da criança.

ESCOLA

Durante o desenvolvimento da criança e do adolescente, boa parte de sua socialização e de seu contato com outras pessoas fora do círculo familiar ocorre dentro das instituições escolares. Experiências adversas nesses espaços têm sido associadas a barreiras duradouras ao longo da vida, incluindo perda do desempenho acadêmico (MacBeath e Mortimore, 2001; Boden, et al., 2007), problemas psicopatológicos (Sigurdson et. al. 2014) e adaptativos.

Alguns resultados têm avaliado como a cultura escolar influencia o ambiente, promovendo melhorias ou prejuízos nos desfechos escolares de estudantes. Por cultura escolar entende-se um conjunto hábitos, valores e comportamentos que se manifestam dentro de uma comunidade de instituições educacionais (Bisset. et. al, 2007). Resultados indicam forte variação no desempenho acadêmico em testes padronizados por meio de mudanças nos valores das instituições escolares. Características como o suporte de professores, respeito e capacidade de a escola manter a ordem apresentam-se como variáveis importantes no desfecho escolar. Em um estudo realizado (Wong, et al. 2019), variáveis como o suporte da instituição no monitoramento das regras escolares ($r = 0.71$) e a manutenção da ordem ($r = 0.83$) apresentam-se como fatores importantes para a melhoria do desempenho escolar.

Outros estudos apresentam de que maneira as formas de violência dentro das escolas incidem, promovendo alterações no comportamento, elevando os níveis de ansiedade, depressão, baixa autoestima e transtornos comportamentais. Segundo pesquisa no campo da violência entre pares, seria possível avaliar as formas de violências escolares entre as diretas e as indiretas

(Rueger e Jenkins, 2014). As diretas são aquelas ligadas à violência, como contato físico e agressões. Já as indiretas estariam mais ligadas a conversas, atos de exclusão e práticas de sanções entre jovens. Dados apontam para diferenças entre a prevalência na exposição a tipos de violência escolar entre meninos e meninas. Comparativamente às meninas, os meninos estão mais propensos a se engajar em comportamentos violentos na escola, especialmente os que envolvem contato físico, como agressões corporais. Esses dados são suportados por outras evidências que avaliam o maior engajamento do sexo masculino em comportamentos conflitivos, incluindo a venda de drogas, porte de armas e comportamento desviante (DuRant, 1997). Em contrapartida, garotas vítimas de *bullying* demonstram maior prevalência de exposição a namoros violentos quando comparadas às vítimas de *bullying* do sexo masculino (Zych et al., 2021). Apesar das diferenças, os estudos confirmam os efeitos deletérios dessa violência no desempenho acadêmico de ambos os sexos.

O *bullying* é uma modalidade de violência que não é exclusiva do ambiente escolar e interage tanto com formas diretas quanto indiretas de violência entre pares. Cerca de 3 em cada 10 alunos ao redor do globo são vítimas dessa prática (Volk et. al 2006). Ser vítima de *bullying* (tanto em sua forma física quanto mental) associa-se a maior incidência de consumo de drogas na adolescência (Tharp-Taylor et al. 2009). Para a psicologia evolutiva, esse comportamento possui fortes traços adaptativos, podendo ser também encontrado em outros mamíferos, como gorilas, chimpanzés, cachorros, ratos e cachorros (Panksepp e Biven, 2012; Volk. et. al 2016; Haidt, 2012). Para alcançar benefícios sociais como o respeito ou a autoridade dentro do grupo, estudantes podem lançar mão de comportamentos violentos ou sanções sociais. Em alguns espaços, a busca por distinções dentro do grupo (como recursos materiais, ser reconhecido como o melhor aluno, obter recompensas ou mesmo parceiros) pode ser escassa, atuando enquanto um jogo de soma zero (Vollk, 2014). Dessa forma, apenas um grupo limitado de pessoas pode desfrutar dessas conquistas. Para alcançá-las, o *bullying* surge como uma estratégia adaptativa, na qual o desequilíbrio entre forças fortalece a autoridade de indivíduos em detrimento dos demais.

Conforme apresentado por Volk (2016), há razões para suspeitar que o *bullying* pode se manifestar com maior força em locais onde a disparidade por recursos, bem como a desigualdade é manifesta. Resultados sugerem maior probabilidade dessas formas de violência escolar em ambientes com maior competitividade (Konishi, et. al., 2018). Outros resultados avaliam também esse problema por meio da distribuição de recursos (Elgar et. al., 2013;

Flanagan, 2008). Um estudo realizado com amostra coletada em mais de 162 países avaliou o efeito da desigualdade de renda no início da vida nessa forma de violência escolar. A desigualdade de renda foi positivamente associada à condição de vítima de *bullying*, tanto para o sexo masculino como para o feminino (Elgar, et al. 2019). Dessa forma, o comportamento agressivo poderia surgir como uma forma de reforçar ou minar os laços de autoridade existentes. Isso parece indicar por que indivíduos com características destoantes, grupos minoritários ou com deficiências podem estar mais propensos a serem alvos de *bullying* (Somani, et al 2021). Possuir deficiência auditiva (Broekhoff, et al., 2018), estar acima do peso (Lumeng. et. al., 2010), deter habilidades motoras abaixo da média, mesmo quando se controlam a renda e o peso (Bejerot, et. al., 2013), mostraram ser fatores que elevam as chances de ser vítima desse tipo de violência. Esse efeito de vulnerabilidade deve ser avaliado ainda com mais cuidado na medida em que as interações violentas podem ocorrer também por meio do corpo de funcionários da escola. Crianças que são vítimas de *bullying* escolar podem sofrer com obstáculos adicionais, como outros problemas de interação e maus-tratos de empregados da instituição escolar (Khoury-Kassabri, 2009).

A prática da violência e o engajamento em comportamentos agressivos não são problemas apenas para as vítimas diretas do *bullying*. O comportamento agressivo ao longo da infância, aplicado na escola ou mesmo em outras instituições, está associado a efeitos negativos na vida da criança e do adolescente. Dados longitudinais indicam problemas em crianças cujo comportamento agressivo é persistente ao longo da infância. Essas crianças demonstraram menos habilidades sociais, problemas de adaptação e problemas externalizantes (Campbell et. al., 2006). Estudos mostraram custos sociais do *bullying* tanto para vítima quanto para o agressor, mesmo após mais de uma década do registro da violência.

Por meio de pesquisas longitudinais e transversais, resultados demonstram também como violência física e psicológica, relatos de roubos e furtos ao redor da instituição escolar podem explicar déficits no aprendizado das crianças (Huang, 2012; Peguero, 2011; Glew. et. al. 2005, Pop. Et. al, 2014; Moore, et. al. 2020). Esses dados subsidiaram revisões sistemáticas e metanálises, descrevendo o efeito de *bullying*, maus-tratos e violência no desempenho cognitivo e no aprendizado de crianças e adolescentes (Hughes, K. et. al, 2017; Fry, et. al 2018; Supol, et. al 2019; Su. et. al, 2020). A sensação de segurança ao longo dos bairros escolares tem se mostrado fundamental no desempenho acadêmico. Essa sensação de segurança inclui não somente proteção contra tipos de violência direta ou indireta. Características como o estado das

construções e a infraestrutura dos bairros escolares (fatores de risco ambientais, percepção da segurança nos bairros escolares e indicadores de violência e criminalidade) se associam à perda de desempenho acadêmico de crianças no ensino fundamental, afetando mesmo a presença dessas crianças dentro do ambiente escolar (Berman et. al. 2018). O ambiente escolar exerce influência como fator protetivo nos resultados escolares, indicando como melhores relacionamentos entre os colegas podem promover desfechos positivos em alunos que vivem em situações de risco e vulnerabilidade (Moses & Villodas, 2017). Estes resultados valorizam políticas que estimulem a promoção de um ambiente escolar adequado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como principal objetivo descrever de que maneira as experiências adversas na infância (EAI) interagem com desfechos escolares. Para tanto, foram elencados resultados de estudos que avaliam, no âmbito das características individuais, da família e da escola, como essas experiências podem trazer prejuízos à saúde, resultando em desfechos negativos, tanto comportamentais quanto no aprendizado.

Essas informações, proporcionadas por pesquisas advindas de diferentes áreas, demonstram a complexidade do fenômeno em sua relação com o desenvolvimento da criança e do adolescente. Como apresentado, diferentes formas de violência e negligência podem ser cruciais para o prejuízo escolares, colocando barreiras na capacitação da criança e melhor ingresso no mercado de trabalho. Crianças com algum tipo de limitação ou vulnerabilidade podem ser ainda mais sensíveis a essas experiências, demandando cuidado especial por meio de políticas orientadas na promoção de resultados satisfatórios. Maus-tratos, violências, abusos familiares, *bullying* entre pares são fenômenos que ocorrem com frequência ao redor do mundo. Compreender a importância das pesquisas translacionais que incorporam variáveis de níveis distintos, capazes de fornecer melhor delineamento de como as experiências negativas interagem com a vida da criança e do adolescente e, a partir delas, proporcionar formas de evitá-los e dar assistência às suas vítimas é uma forma de minimizar seus prejuízos.

REFERÊNCIAS

Afifi, T. O., Mota, N. P., Dasiewicz, P., MacMillan, H. L., & Sareen, J. (2012). Physical punishment and mental disorders: results from a nationally representative US sample. *Pediatrics*, 130(2), 184-192.

Alves, M. T. G. (2010). Dimensões do efeito das escolas: explorando as interações entre famílias e estabelecimentos de ensino. *Estudos em Avaliação Educacional*, 21(46), 271-296.

- Berman, J. D., McCormack, M. C., Koehler, K. A., Connolly, F., Clemons-Erby, D., Davis, M. F., ... & Curriero, F. C. (2018). School environmental conditions and links to academic performance and absenteeism in urban, mid-Atlantic public schools. *International journal of hygiene and environmental health*, 221(5), 800-808.
- Belsky, J., Steinberg, L., & Draper, P. (1991). Childhood experience, interpersonal development, and reproductive strategy: An evolutionary theory of socialization. *Child development*, 62(4), 647-670.
- Belsky, J., Caspi, A., Moffitt, T. E., & Poulton, R. (2020). *The origins of you: How childhood shapes later life*. Harvard University Press.
- Belsky, J., Steinberg, L., Houts, R. M., Halpern-Felsher, B. L., & The NICHD Early Child Care Research Network. (2010). The development of reproductive strategy in females: Early maternal harshness→earlier menarche→increased sexual risk taking. *Developmental Psychology*, 46, 120–128.
- Bejerot, S., Plenty, S., Humble, A., & Humble, M. B. (2013). Poor motor skills: A risk marker for bully victimization. *Aggressive behavior*, 39(6), 453-461.
- Bisset, S., Markham, W. A., & Aveyard, P. (2007). School culture as an influencing factor on youth substance use. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 61(6), 485-490.
- Boden, J. M., Horwood, L. J., & Fergusson, D. M. (2007). Exposure to childhood sexual and physical abuse and subsequent educational achievement outcomes. *Child abuse & neglect*, 31(10), 1101-1114.
- Broekhof, E., Bos, M. G., Camodeca, M., & Rieffe, C. (2018). Longitudinal associations between bullying and emotions in deaf and hard of hearing adolescents. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 23(1), 17-27.
- Campbell, S. B., Spieker, S., Burchinal, M., Poe, M. D., & NICHD Early Child Care Research Network. (2006). Trajectories of aggression from toddlerhood to age 9 predict academic and social functioning through age 12. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(8), 791-800.
- Danese A, Moffitt TE, Harrington H, Milne BJ, Polanczyk G, Pariante CM, Poulton R, Caspi A. Adverse childhood experiences and adult risk factors for age-related disease: depression, inflammation, and clustering of metabolic risk markers. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2009 Dec;163(12):1135-43. doi: 10.1001/archpediatrics.2009.214. PMID: 19996051; PMCID: PMC3560401.
- Dannlowski, U., Stuhrmann, A., Beutelmann, V., Zwanzger, P., Lenzen, T., Grotegerd, D., ... & Kugel, H. (2012). Limbic scars: long-term consequences of childhood maltreatment revealed by functional and structural magnetic resonance imaging. *Biological psychiatry*, 71(4), 286-293.
- Darwish, D., Esquivel, G. B., Houtz, J. C., & Alfonso, V. C. (2001). Play and social skills in maltreated and non-maltreated preschoolers during peer interactions☆. *Child abuse & neglect*, 25(1), 13-31.

Dietz, T. L. (2000). Disciplining children: characteristics associated with the use of corporal punishment. *Child Abuse & Neglect*, 24(12), 1529-1542.

Dubowitz H, Black MM, Cox CE, Kerr MA, Litrownik AJ, Radhakrishna A, English DJ, Schneider MW, Runyan DK. Father involvement and children's functioning at age 6 years: a multisite study. *Child Maltreat*. 2001 Nov;6(4):300-9. doi: 10.1177/1077559501006004003. PMID: 11675813.

DuRant, R. H., Kahn, J., Beckford, P. H., & Woods, E. R. (1997). The association of weapon carrying and fighting on school property and other health risk and problem behaviors among high school students. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 151(4), 360-366.

Eckenrode, J., Laird, M., & Doris, J. (1993). School performance and disciplinary problems among abused and neglected children. *Developmental Psychology*, 29(1), 53–62. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.29.1.53>

Elgar, F. J., Pickett, K. E., Pickett, W., Craig, W., Molcho, M., Hurrelmann, K., & Lenzi, M. (2013). School bullying, homicide and income inequality: A cross-national pooled time series analysis. *International Journal of Public Health*, 58(2), 237–245

Elgar, F. J., Garipey, G., Dirks, M., Walsh, S. D., Molcho, M., Cosma, A., ... & Craig, W. (2019). Association of early-life exposure to income inequality with bullying in adolescence in 40 countries. *JAMA pediatrics*, 173(7), e191181-e191181.

Finn, K. V., & Frone, M. R. (2003). Predictors of aggression at school: The effect of school-related alcohol use. *NASSP Bulletin*, 87(636), 38-54.

Fulkerson, J. A., Story, M., Mellin, A., Leffert, N., Neumark-Sztainer, D., & French, S. A. (2006). Family dinner meal frequency and adolescent development: Relationships with developmental assets and high-risk behaviors. *Journal of Adolescent Health*, 39(3), 337-345.

Geary, D. C., & Geary, D. C. (2007). Educating the evolved mind. *Educating the evolved mind*, 1-99.

Gfroerer, J. C., & Brodsky, M. D. (1993). Frequent cocaine users and their use of treatment. *American journal of public health*, 83(8), 1149–1154. <https://doi.org/10.2105/ajph.83.8.1149>

Gilbert, R., Widom, C. S., Browne, K., Fergusson, D., Webb, E., & Janson, S. (2009). Burden and consequences of child maltreatment in high-income countries. *The lancet*, 373(9657), 68-81.

Harpur LJ, Polek E, van Harmelen AL. The role of timing of maltreatment and child intelligence in pathways to low symptoms of depression and anxiety in adolescence. *Child Abuse Negl*. 2015 Sep;47:24-37. doi: 10.1016/j.chiabu.2015.05.019. Epub 2015 Jul 3. PMID: 26146160.

Holtes M, Bannink R, Joosten-van Zwanenburg E, van As E, Raat H, Broeren S. Associations of Truancy, Perceived School Performance, and Mental Health With Alcohol Consumption

Among Adolescents. *J Sch Health*. 2015 Dec;85(12):852-60. doi: 10.1111/josh.12341. PMID: 26522174.

Huang, L., & Mossige, S. (2012). Academic achievement in Norwegian secondary schools: The impact of violence during childhood. *Social Psychology of Education, 15*(2), 147-164.

Johnson, J. G., Cohen, P., Brown, J., Smailes, E. M., & Bernstein, D. P. (1999). Childhood maltreatment increases risk for personality disorders during early adulthood. *Archives of general psychiatry, 56*(7), 600-606.

Khoury-Kassabri, M. (2009). The relationship between staff maltreatment of students and bully-victim group membership. *Child abuse & neglect, 33*(12), 914-923.

Lewandowski RE, Verdelli H, Wickramaratne P, Warner V, Mancini A, Weissman M. Predictors of Positive Outcomes in Offspring of Depressed Parents and Non-depressed Parents Across 20 Years. *J Child Fam Stud*. 2014 Jul;23(5):800-811. doi: 10.1007/s10826-013-9732-3. PMID: 25374449; PMCID: PMC4217704.

Liu, Y., Croft, J. B., Chapman, D. P., Perry, G. S., Greenlund, K. J., Zhao, G., & Edwards, V. J. (2013). Relationship between adverse childhood experiences and unemployment among adults from five US states. *Social psychiatry and psychiatric epidemiology, 48*(3), 357-369.

Lumeng JC, Forrest P, Appugliese DP, Kaciroti N, Corwyn RF, Bradley RH. Weight status as a predictor of being bullied in third through sixth grades. *Pediatrics*. 2010 Jun;125(6):e1301-7. doi: 10.1542/peds.2009-0774. Epub 2010 May 3. PMID: 20439599; PMCID: PMC4174570.

MacBeath, J., & Mortimore, P. (2001). *Improving school effectiveness*. McGraw-Hill Education (UK).

MacQueen G, Frodl T. The hippocampus in major depression: evidence for the convergence of the bench and bedside in psychiatric research? *Mol Psychiatry*. 2011 Mar;16(3):252-64. doi: 10.1038/mp.2010.80. Epub 2010 Jul 27. PMID: 20661246.

Marmot, M., Friel, S., Bell, R., Houweling, T. A., Taylor, S., & Commission on Social Determinants of Health. (2008). Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health. *The lancet, 372*(9650), 1661-1669.

McCauley, J., Kern, D. E., Kolodner, K., Dill, L., Schroeder, A. F., DeChant, H. K., ... & Bass, E. B. (1997). Clinical characteristics of women with a history of childhood abuse: unhealed wounds. *Jama, 277*(17), 1362-1368.

McHutchison CA, Backhouse EV, Cvorov V, Shenkin SD, Wardlaw JM. Education, Socioeconomic Status, and Intelligence in Childhood and Stroke Risk in Later Life: A Meta-analysis. *Epidemiology*. 2017 Jul;28(4):608-618. doi: 10.1097/EDE.0000000000000675. PMID: 28410350.

McLaughlin, K. A., Weissman, D., & Bitrán, D. (2019). Childhood adversity and neural development: a systematic review. *Annual review of developmental psychology, 1*, 277-312.

- Meier, M. H., Caspi, A., Ambler, A., Harrington, H., Houts, R., Keefe, R. S., ... & Moffitt, T. E. (2012). Persistent cannabis users show neuropsychological decline from childhood to midlife. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(40), E2657-E2664.
- Mersky, J. P., & Reynolds, A. J. (2007). Child maltreatment and violent delinquency: Disentangling main effects and subgroup effects. *Child maltreatment*, 12(3), 246-258.
- Moses, J. O., & Villodas, M. T. (2017). The potential protective role of peer relationships on school engagement in at-risk adolescents. *Journal of youth and adolescence*, 46(11), 2255-2272.
- Murray, L., Arteche, A., Fearon, P., Halligan, S., Goodyer, I., & Cooper, P. (2011). Maternal postnatal depression and the development of depression in offspring up to 16 years of age. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 50(5), 460–470.
- Noble, K. G., Houston, S. M., Brito, N. H., Bartsch, H., Kan, E., Kuperman, J. M., Akshoomoff, N., Amaral, D. G., Bloss, C. S., Libiger, O., Schork, N. J., Murray, S. S., Casey, B. J., Chang, L., Ernst, T. M., Frazier, J. A., Gruen, J. R., Kennedy, D. N., Van Zijl, P., Mostofsky, S., ... Sowell, E. R. (2015). Family income, parental education and brain structure in children and adolescents. *Nature neuroscience*, 18(5), 773–778.
<https://doi.org/10.1038/nn.3983>
- Nooner, K. B., Hooper, S. R., & De Bellis, M. D. (2018). An examination of sex differences on neurocognitive functioning and behavior problems in maltreated youth. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*, 10(4), 435.
- NICHD Early Child Care Research Network. (2003). Does amount of time spent in child care predict socioemotional adjustment during the transition to kindergarten? *Child Development*, 74, 976–1005.
- Olsson M, Hansson K. A long-term follow-up study of adolescents with conduct disorder: Can outcome be predicted from self-concept and intelligence? *Nord J Psychiatry*. 2009 Nov;63(6):454-61. doi: 10.3109/08039480903009100. PMID: 19513932.
- Ridout, K. K., Khan, M., & Ridout, S. J. (2018). Adverse childhood experiences run deep: toxic early life stress, telomeres, and mitochondrial DNA copy number, the biological markers of cumulative stress. *Bioessays*, 40(9), 1800077.
- Rueger, S. Y., & Jenkins, L. N. (2014). Effects of peer victimization on psychological and academic adjustment in early adolescence. *School Psychology Quarterly*, 29(1), 77.
- Salonsalmi, A., Pietiläinen, O., Lahelma, E., & Rahkonen, O. (2019). Childhood adversities, parental education and disability retirement among Finnish municipal employees. *PloS one*, 14(7), e0219421.
- Schelble, J. L., Franks, B. A., & Miller, M. D. (2010, August). Emotion dysregulation and academic resilience in maltreated children. In *Child & Youth Care Forum* (Vol. 39, No. 4, pp. 289-303). Springer US.
- Sigurdson, J. F., Wallander, J., & Sund, A. M. (2014). Is involvement in school bullying associated with general health and psychosocial adjustment outcomes in adulthood?. *Child abuse & neglect*, 38(10), 1607-1617.

Sheridan, M. A., & McLaughlin, K. A. (2016). Neurobiological models of the impact of adversity on education. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 108-113.

Simplício e Haase (2020) Neuropsicologia escolar e interdisciplinaridade: filosofias educacionais e obstáculos epistemológicos. In: Fonseca (1.ed, p. 97-120) São Paulo. Pearson

Somani, R., Corboz, J., Karmaliani, R., Chirwa, E. D., McFarlane, J., Khuwaja, H. M. A., ... & Jewkes, R. (2021). Peer victimization and experiences of violence at school and at home among school age children with disabilities in Pakistan and Afghanistan. *Global health action*, 14(1), 1857084.

Sung, S., Simpson, J. A., Griskevicius, V., Kuo, S. I., Schlomer, G. L., & Belsky, J. (2016).

Secure infant-mother attachment buffers the effect of early-life stress on age of menarche. *Psychological Science*, 27, 667–674.

Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational psychology review*, 10(3), 251-296.

Teicher MH, Samson JA, Polcari A, McGreenery CE. Sticks, stones, and hurtful words: relative effects of various forms of childhood maltreatment. *Am J Psychiatry*. 2006 Jun;163(6):993-1000. doi: 10.1176/ajp.2006.163.6.993. PMID: 16741199.

Tharp-Taylor, S., Haviland, A., & D'Amico, E. J. (2009). Victimization from mental and physical bullying and substance use in early adolescence. *Addictive behaviors*, 34(6-7), 561-567.

Turecki G, Meaney MJ. Effects of the Social Environment and Stress on Glucocorticoid Receptor Gene Methylation: A Systematic Review. *Biol Psychiatry*. 2016 Jan 15;79(2):87-96. doi: 10.1016/j.biopsych.2014.11.022. Epub 2014 Dec 13. PMID: 25687413; PMCID: PMC4466091.

Viola TW, Salum GA, Kluwe-Schiavon B, Sanvicente-Vieira B, Levandowski ML, Grassi-Oliveira R. The influence of geographical and economic factors in estimates of childhood abuse and neglect using the Childhood Trauma Questionnaire: A worldwide meta-regression analysis. *Child Abuse Negl*. 2016 Jan;51:1-11. doi: 10.1016/j.chiabu.2015.11.019. Epub 2015 Dec 15. PMID: 26704298.

Volk, A. A., Farrell, A. H., Franklin, P., Mularczyk, K. P., & Provenzano, D. A. (2016). Adolescent bullying in schools: An evolutionary perspective. In *Evolutionary perspectives on child development and education* (pp. 167-191). Springer, Cham.

Volk, A. A., Dane, A., V., & Marini, Z. A. (2014). What is bullying? A theoretical redefinition. *Developmental Review*, 34 , 327–343

Volk, A., Craig, W., Boyce, W., & King, M. (2006). Adolescent risk correlates of bullying and different types of victimization. *International Journal of Adolescent Medicine and Health*, 18 (4),

575–586.

Weaver, I. C., Cervoni, N., Champagne, F. A., D'Alessio, A. C., Sharma, S., Seckl, J. R., ... & Meaney, M. J. (2004). Epigenetic programming by maternal behavior. *Nature neuroscience*, 7(8), 847-854.

Willingham, D. T. (2021). *Why don't students like school?: A cognitive scientist answers questions about how the mind works and what it means for the classroom*. John Wiley & Sons.

Wong, M. D., Chung, P. J., Hays, R. D., Kennedy, D. P., Tucker, J. S., & Dudovitz, R. N. (2019). The social economics of adolescent behavior and measuring the behavioral culture of schools. *Journal of child and family studies*, 28(4), 928-940.

Woon, F. L., & Hedges, D. W. (2008). Hippocampal and amygdala volumes in children and adults with childhood maltreatment-related posttraumatic stress disorder: A meta-analysis.

Zajac L, Raby KL, Dozier M. Receptive Vocabulary Development of Children Placed in Foster Care and Children Who Remained With Birth Parents After Involvement With Child Protective Services. *Child Maltreat*. 2019 Feb;24(1):107-112. doi: 10.1177/1077559518808224. Epub 2018 Oct 25. PMID: 30360639.

Zych I, Viejo C, Vila E, Farrington DP. School Bullying and Dating Violence in Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Trauma Violence Abuse*. 2021 Apr;22(2):397-412. doi: 10.1177/1524838019854460. Epub 2019 Jun 11. PMID: 31185827.

Capítulo 3 - Qual a importância dos indicadores Nacionais de Educação? Uma análise exploratória do SAEB.³

Bernardo Schotgues, Henrique Augusto Torres Simplício e Vitor Geraldi Haase

ORIGENS DA AVALIAÇÃO EDUCACIONAL

Para avaliar se ensino ocorre de forma adequada, é necessário saber se o aluno está aprendendo. Para tanto, é possível usar provas, relatórios ou mesmo a intuição. Contudo, independente do instrumento, a avaliação permanece. Usa-se a avaliação desde muito antes de existirem redes de ensino ou escolas (Miranda & Silva, 2012).

Um tipo diferente de avaliação é necessário quando terceiros têm interesse sobre o que ocorre dentro do ambiente educacional. *Avaliações Internas* são aplicadas pela escola a seus próprios

³ Capítulo em etapa final de revisão do Livro *Pedagogia do Sucesso (Vol.2): Educação, Sistema educacional e Política* (2022).

alunos. A escola corrige e tem acesso total aos resultados. *Avaliações Externas* são aplicadas por agentes externos. As escolas nem sempre têm acesso aos resultados (Scriven, 1991).

Durante o século XIX, muitos ideais políticos novos ganharam força. Novas formas de estado e organização social, entre elas, a ideia de que a educação era uma questão governamental. Durante este período, houve o enrijecimento da ciência moderna. Ao mesmo tempo, o pensamento educacional da época estava sendo reformado com influência do que são hoje nomes de peso da pedagogia, como Pestalozzi, Froebel e Caalkins (Valdemarin, 2001; Britannica, 2010). Em 1845 Horace Mann começou a coletar dados educacionais para tomar decisões políticas no estado americano de Massachusetts. Eram pesquisas simples, em geral reunindo as notas das crianças. E era o começo do que hoje chamamos “avaliação educacional”.

Um princípio de pesquisa quantitativa experimental pela avaliação ocorreu entre 1887 e 1898. Joseph Rice tentou estimar o quanto o tempo fazendo exercícios afetava o processo de alfabetização. Edward Thorndike fundamentou teoricamente a mensuração da mudança em seres humanos, elevando o nível dos estudos.

Tudo ocorria junto da revolução industrial no país. Os elementos de sistematização, padronização e eficiência presentes no gerenciamento industrial escorriam para a educação. Era a época do questionário e dos testes padronizados nas escolas norte-americanas. O interesse era na metodologia para medir a eficácia dos professores; e em provas que permitissem comparar as escolas e sistemas escolares. Surgem instituições especializadas em questionários focados na educação, as quais evoluíram em algumas décadas para centros educacionais universitários.

Na primeira metade do século XX se consolidam os nomes e influências que fixariam o modelo de currículo e avaliação tradicional americano, como John Franklin Bobbitt e Ralph Tyler. Este cunhou o termo “avaliação educacional” usado hoje. O termo foi usado como um instrumento para que os professores melhorassem seus cursos e as próprias avaliações internas, verificando a congruência entre o currículo e capacidades desenvolvidas.

Em 1947 é fundado o Educational Testing Service[1] (ETS). O serviço foi extremamente influente nos programas de avaliação educacional subsequentes. Hoje é a maior instituição privada sem fins lucrativos de avaliação educacional do mundo, administrando testes como o GRE[2] e o TOEFL[3] (Vianna, 1995). Desde então, testes educacionais surgiam rapidamente, nem todos com princípios claros e alicerces cientificamente embasados. Corpos como a APA[4], AERA[5] e NMCE[6] estabeleceram recomendações para a construção de testes

psicológicos e técnicas de diagnósticos em 1954, e para a elaboração de testes de rendimento escolar, em 1955. Estas recomendações mais tarde se transformaram em padrões e regras de instrumentos psicométricos (Vianna, 1995).

Após a segunda guerra mundial, o governo dos Estados Unidos não poupou recursos, mobilizando-se e investindo em pesquisa, desenvolvimento e, principalmente, educação. Isto explica a explosão de literatura em avaliação educacional dos anos 60, com alicerce na tradição americana de avaliação que já naquela época tinha mais de 100 anos (Kaiser, 2006).

ORIGENS DA AVALIAÇÃO EDUCACIONAL (NO BRASIL)

No Brasil, o processo de avaliação educacional enquanto política de estado aconteceu de forma tardia. Durante o início do processo, a avaliação era, e muitas vezes ainda é, um conceito com pesada conotação emocional. Era difícil conceber uma avaliação não-punitiva. A palavra induzia insegurança, defesa e até hostilidade. Avaliação era uma ameaça (Vianna, 1995; Gatti, 1987). No Brasil, então, o pouco que se estudava de avaliação educacional vinha baseado em fontes norte-americanas. Os países são separados pela sua história, pelos recursos, pela tradição e pela cultura. Uma cultura brasileira de avaliação só começou a surgir na década de 1990.

De 312 trabalhos produzidos no Brasil sobre avaliação educacional entre 1960 e 1986, incluindo livros, artigos de revistas, dissertações de mestrado e teses de doutorado, só 7% são relacionados à construção ou estudo de testes educacionais (Gatti, 1987). A produção indica pouco debate embasado em evidências locais. Havia alguma conversa de avaliação, mas não na direção de um sistema próprio de avaliação externa.

Sem sistemas ou programas para avaliação, neste período era comum por parte do governo usar os vestibulares como instrumento de avaliação da educação básica. Durante a década de 1970, houve um primeiro esforço de ampliação do ensino, destacadamente do ensino superior. Neste período, havia discussão quanto à elaboração de questões objetivas e metodologia estatísticas das medidas. Ainda assim, estes instrumentos não davam sinais de serem um bom indicador do estado do ensino médio, obtendo baixa capacidade de afetar o currículo, exceto no último semestre do último ano (Gatti, 1987).

A partir de 1965, os vestibulares foram feitos acreditando que questões objetivas bem elaboradas mediriam comportamentos complexos e permitiriam traçar um perfil do

desempenho escolar do segundo grau. Era uma ótima ideia. Só que as questões não eram bem elaboradas. Se pensava em provas objetivas de múltipla escolha. Neste período, muitos dos envolvidos na formulação simplesmente não tinham experiência e técnica o suficiente para entregar um produto de qualidade (Vianna, 1995; Gatti, 1987). Havia uma enorme lacuna em sistemas ou subsistemas de rendimento escolar da educação básica que pudessem subsidiar decisões administrativas, políticas e curriculares. Nem as instituições públicas, nem as redes escolares pareciam ter qualquer interesse ou disposição para encarar esse tipo de sistema. Há registro de avaliações externas pontuais.

Em torno de 1970 a Fundação Getúlio Vargas (FGV), uma fundação pública de direito privado, dedicou-se a construir um conjunto de testes de desenvolvimento educacional para o ensino médio, no antigo estado da Guanabara. Eram inspirados pelo *Iowa Basic Skills*. Nomes da psicologia norte-americana, como Anne Anastasi, Frederick Davis e Robert Ebel colaboraram na formação de especialistas brasileiros. Os testes padronizados de 4 disciplinas acompanhavam um manual de uso, eram aplicados por técnicos capacitados a usar os resultados para ajudar alunos e professores. Os testes eram parte de um programa maior que envolvia seminários, cursos e bolsas para aprimoramento dos professores. Os testes foram embasados em estudos meticulosos junto dos professores do estado, e levantavam variáveis socioeconômicas. Entretanto, nesse ínterim e no período subsequente, a administração pública obteve problemas para formular políticas com base nos dados gerados. Ao longo da formação do Estado nacional brasileiro, as políticas públicas nacionais obtiveram dificuldades de distinguir as diferenças entre conduzir uma pesquisa educacional e traduzir seus resultados de pesquisa em tomada de decisões para as escolas. São processos diferentes, e a ponte entre eles é instável. (Vianna, 1995; Gatti, 1987)

Em 1980 o município de São Paulo fez uma pesquisa verificando o nível de escolaridade dos alunos da rede municipal. O objetivo era fornecer material de apoio para revisar e implementar propostas curriculares no 1º grau e na educação infantil (SME-DEPLAN, 1981). Os dados foram analisados pela delegacia de ensino municipal. Neste trabalho, os dados foram usados pelas entidades relevantes, mas em poucos anos a administração e as equipes mudam, e muito do trabalho se perde. Essa é outra dificuldade dos sistemas de avaliação externa (Gatti, 1987).

Seguindo o decreto governamental 200 de 1967, o setor público, incluindo o MEC, passaria por reformas administrativas, se reestruturando nas duas décadas seguintes. Entre outras coisas, isso significou, na educação, a participação de empresas privadas e governamentais de consultoria,

cooperação técnica e financiamento, nacionais e estrangeiras. Isso incluía USAID[7], BID[8] e BIRD[9] (Fonseca, 2009). Este último firmou em 1980 o acordo nº 1867/BR, onde fez um empréstimo 32 milhões de dólares para o *Northeast Basic Education Program*[10] (Bird, 1980). No mesmo ano, o Decreto nº 85.287, de 23 de outubro de 1980, instituiu o EDURURAL-NE. O projeto pretendia expandir e melhorar a educação no nordeste rural, e fortalecer o planejamento e a administração educacionais, com duração de 5 anos. Para fazer isso, e para redigir os relatórios do programa, conforme os termos do empréstimo, a empreitada incluía avaliações externas regulares. As avaliações foram realizadas pela FCPC em convênio com a Fundação Carlos Chagas. Ela incluía português e matemática para crianças até a 4ª série do 1º grau e medidas para as mudanças que ocorreram em decorrência dos investimentos em áreas como treinamento de professores, materiais didáticos e construções escolares. Piauí, Ceará e Pernambuco forneceram amostras em 1981, 1983 e 1985 (Brasil, 1982). Novamente, a interpretação dos dados pelos técnicos e decisões políticas baseadas neles não seguiram a consistência da pesquisa (Gatti, 1987)

O SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA

No final da década de 1980, a avaliação lentamente se integra às políticas e práticas governamentais da educação básica. O Inep realiza avaliação do 1º grau em 70 cidades espalhadas pelo país; a Fundação Carlos Chagas avalia o Ensino Médio com uma amostra de 4.000 alunos em 4 capitais do país (Vianna, 1995). A proposta de um sistema de avaliação veio do MEC no início da nova república. Os papéis, atribuições e articulações dos níveis de governo estavam sendo redefinidos. Todos se preocupavam com a ideia de uma *democratização do ensino*. Embora o acesso ao ensino tenha elevado, pouco se sabia sobre a qualidade. Durante este período, os objetivos e a estrutura do sistema educacional se mantiveram constantes, contudo a operacionalização e a metodologia mudaram (Pestana, 1998).

Em 1990 começa o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica – SAEB. Ele era feito a cada 2 anos nas 1ª, 3ª, 5ª, e 7ª séries do Ensino Fundamental, avaliava língua portuguesa, matemática, ciências naturais e redação, e era aplicado de forma amostral nas escolas públicas, exceto no Mato Grosso, que não participou das duas primeiras edições (Inep, 2020; Bonamino & Souza, 2012).

Em 1995 o Saeb adquiriu várias das características que o mantém até o ano de 2021. O SAEB adotou a Teoria de Resposta ao Item (TRI) (Pestana, 1998). Esta abordagem considera

individualmente as propriedades de cada questão ao não assumir que cada uma delas possuem o mesmo grau de dificuldade, independente do tema. Cada questão é feita para refletir uma habilidade específica em um nível específico de dificuldade. Isto permite que, apesar da prova ter um número limitado de questões, o total da amostra responda centenas delas avaliando a mesma habilidade. Principalmente, a TRI permite comparar as provas do Saeb com as edições anteriores e futuras. O SAEB passou também a levantar dados contextuais usando questionários, e a avaliar a 4ª e 8ª série do Ensino Fundamental, e a 3ª série do médio, substituindo as antigas séries de aplicação. Desta forma, os alunos são testados ao fim de cada ciclo, já que os estados podem mudar a ordem dos conteúdos entre as séries e, escolas particulares também foram incluídas na amostra. Estavam presentes na prova apenas as disciplinas de português e matemática. (Inep, 2020).

Em 1997 são adotadas as escalas de proficiência. Para selecionar o conteúdo, o SAEB passou a combinar fatores comuns no currículo dos entes federados, além de publicar com antecedência as matrizes de referência das provas. O teste passa a incluir física, química e biologia, e, em 1999, geografia. Em 2001 ela é enxugada novamente e os testes só incluem língua portuguesa e matemática. Fica assim até 2005, quando o Saeb se divide em duas avaliações: a Aneb e a Anresc (ou Prova Brasil). A Aneb avaliava amostralmente escolas privadas e escolas públicas com no mínimo 10 alunos por turma. A Anresc é censitária para todas as escolas com pelo menos 30 alunos matriculados na 4ª ou 9ª série (Inep, 2020). Com essa nova estrutura, os resultados eram divulgados desagregando as redes, regiões e escolas, o que quer dizer que cada escola tinha acesso a seu resultado (Coelho, 2008).

O caráter censitário que a prova assumiu permitiu que, de 2007 em diante, os resultados da prova fossem utilizados para o cálculo para compor o novo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). Esse índice combina os resultados das avaliações do Saeb com as taxas de aprovação e reprovação do censo escolar, e dá para cada etapa do ensino uma nota de 1 a 10. O Ideb não é um agente isolado, ele é parte do Plano de Desenvolvimento Educacional (PDE), iniciado no mesmo ano. A finalidade do IDEB não é escrever um número do lado do nome da escola, mas monitorar e informar os esforços de desenvolvimento (Fernandes, 2007). O Governo Federal estabelece metas para o IDEB, que embasam a alocação de recursos às prefeituras. Para garantir os fundos, as redes devem cumprir metas e adotar medidas específicas para melhorar o indicador. Este sistema corre o risco de dar recursos às escolas que já possuem melhor desempenho, e retirar daquelas mais necessitadas, aumentando a diferença entre elas.

Para combater este fenômeno, os municípios abaixo da média nacional têm atendimento prioritário do MEC, através do apoio técnico. Aproximadamente mil municípios com os piores índices receberam recursos adicionais (Buchmann & Neri, 2008; Mec, 2008).

Em 2013, além das provas censitárias, há provas amostrais de ciências naturais para as escolas públicas. Isto foi feito experimentalmente, contudo, até onde se sabe, estes resultados não foram divulgados. Também em 2013, a Avaliação Nacional da Alfabetização (ANA) entra para o Saeb, em decorrência do Pacto Nacional pela Alfabetização. Ela é aplicada ao fim do 3º ano do fundamental, ponto onde se espera que os estudantes estejam todos alfabetizados. A prova também inclui um teste de matemática e um questionário das condições da escola (Brasil, 2013; Inep, 2020).

Em 2015 o Saeb segue avaliando apenas Língua portuguesa e matemática. É criada a plataforma Devolutivas Pedagógicas, que contém os itens da Prova Brasil descritos e comentados por especialistas. De 2017 em diante, escolas privadas passaram a aderir voluntariamente a avaliação do Ensino Médio, o que significa que estão sujeitas a receber uma nota no Ideb (Inep, 2020).

A última edição do Saeb, de 2019, reformula o sistema. Os currículos das escolas no país passaram a ser afetados pela nova Base Nacional Curricular Comum (BNCC), homologada em 2018. A BNCC substitui as matrizes de referência para a ANA, e dá a referência para as novas provas amostrais de ciência da natureza e ciências humanas no 9º ano do fundamental. As diferentes avaliações que compunham o sistema são unificadas e todas passam a se chamar “SAEB”. Estava incluso nessa edição um estudo piloto avaliando a Educação Infantil, embasado na BNCC, pela aplicação de questionários eletrônicos de professores e diretores. Questionários eletrônicos também foram entregues aos secretários estaduais e municipais (Inep, 2020).

Além da avaliação a nível nacional, diversos estados passaram a ter ao longo dos anos seus próprios sistemas de avaliação, muitos deles levaram em conta o Saeb e interagiram com ele de alguma forma, ainda que de forma não padronizada. Em 1991 Minas Gerais criou o Simave, o Ceará criou o Spaece em 1992, e São Paulo criou o Saresp em 1996 (Bonamino & Souza, 2012). Em 2007, 14 dos entes federados tinham o próprio sistema (Lopes, 2007) e, atualmente, apenas a secretaria de educação de Roraima não faz menção a um sistema instituído no estado, embora o Plano Estadual de Educação preveja a criação dele (Roraima, 2015). Em resumo, o Saeb é um

esforço gigantesco, mobilizando pessoal e verbas no governo e nas escolas. Esse tipo de coleta de dados sistemática em escala nacional obteria grandes dificuldades cinco décadas atrás.

Evidentemente, o Saeb possui limitações. Testes cognitivos e testes psicológicos em geral são *indicadores* que podem apontar para o que está ocorrendo e o que o aluno pode ou não saber. Notas baixas tendem a significar que há um problema, mas notas altas não significam que não há problema nenhum. Além do conteúdo escolar, o Saeb inclui os questionários dos alunos, professores, diretores e secretários municipais. Isto são variáveis valiosas, mas que tampouco podem ser tomadas indiscriminadamente. O corpo de especialistas e o selo oficial não significam que os questionários são psicometricamente ou cientificamente robustos. Em um estudo da validade de construto dos questionários do Saeb 2009, pelo menos 45% dos itens não entravam em nenhuma estrutura fatorial, não se agrupando em construtos socioeconômicos (Karino, et al, 2014).

Ao avaliar os dados do SAEB de 2019 é possível identificar uma série de desafios envolvendo o ensino e o aprendizado no país ao longo das próximas décadas. Parte destes problemas não se associam especificamente ao desempenho dos estudantes nestes testes. Informações fornecidas pelos professores e alunos dizem muito sobre a relação deles na sala de aula, condições estruturais de acesso ao ensino, aprendizado e mesmo uma cultura escolar. Nas próximas páginas tentaremos sumarizar alguns destes obstáculos e dificuldades apresentando resultados dos questionários fornecidos aos estudantes e professores através do SAEB.

DESAFIOS E BARREIRAS AO APRENDIZADO

Embora existam dados demonstrando o quanto ao longo dos últimos anos o acesso a bens de consumo, incluindo acesso computadores e a internet, aumentaram no país, quase metade (47,5%) dos alunos relatam não ter em casa acesso a computadores e notebooks. Esse dado soa como um aviso de alerta na medida em que, atualmente, boa parte das atividades (incluindo o mundo pós pandemia) é em algum nível organizado por sistemas computacionais.

Desde a operacionalização, atendimento e planejamento do empreendimento, o mundo digital é gerenciado por ferramentas capazes de coletar dados e oferecer uma experiência individualizada através de técnicas de aprendizado de máquina. Até o momento, parece difícil imaginar um cenário onde a programação, matemática e previsibilidade estatística estejam distantes das atividades mais simples, desde assistir uma aula, enviar um trabalho escolar ou mesmo fazer uma refeição. Em linhas gerais, é possível avaliar uma tendência de mercado onde

a elevação da remuneração está diretamente associada com a familiaridade e o conhecimento de técnicas informatizadas. Entretanto, estes dados indicam que pouco antes da pandemia, cerca de quase metade dos alunos da educação básica brasileira não possuía acesso à principal ferramenta capaz de gerenciar estes programas e interfaces.

Mais da metade destes estudantes alegam não possuírem um quarto pessoal (52,1%) e 47,6% também não possuem uma mesa dedicada para os estudos. Esse cenário remonta uma experiência comum de quando um dos autores aplicava questionário em residências. Normalmente, enquanto o pai ou a mãe respondiam aos questionários, a criança ficava na sala da televisão ou na mesa destinada a refeições fazendo exercícios no meio de alguma conversa paralela ou entre os barulhos compartilhados com as outras atividades realizadas na residência ou vizinhança, como o barulho de televisão, som elevado do condomínio e rodas de conversa.

Cerca de 14,3% destas crianças ajudam os pais em casa exercendo algum tipo de serviço ou trabalho, seja ele remunerado ou não. Estes trabalhos são em grande parte exercidos por crianças que caem no mundo do trabalho menos como uma forma de entrar em contato com o mercado de trabalho do que uma forma de ajudar no complemento da renda possibilitando a subsistência familiar. Infelizmente, o Brasil ainda é um país em que os ganhos de longo prazo, associados por exemplo no benefício de investir nos estudos ou em uma educação sólida, nem sempre são ou podem ser tomados como prioritários em alguns lares. Discutir a importância de formar um “pesquisadores de ponta”, onde o desafio diário é colocar o prato de comida na mesa pode soar como uma abstração muito distante em um ambiente em que os benefícios para se ingressar em uma carreira universitária demanda muito tempo e dedicação, ainda que o ingresso em cursos superiores sejam uma grande possibilidade de ascensão social.

Cerca de 14,8% das crianças já relataram em algum momento ter de abandonar a escola, deixando de frequentá-la até o fim do ano letivo. Seria justo se perguntar em que medida o mundo escolar do ensino nacional seria majoritariamente inclusivo na medida em que as vantagens de frequentá-la parecem em algum momento ser vistas como superiores às suas desvantagens.

Como relatado ao longo desta tese, experiências de vulnerabilidades (como ausência familiar) ou baixos estímulos precisam ser levadas em consideração através de uma série de consequências adaptativas, incluindo desfechos comportamentais. Uma outra realidade que

ainda permeia grande parte dos lares brasileiros está no baixo nível de escolaridade familiar. 32,1% destes estudantes afirmam que seu pai não ultrapassou o quinto ano do ensino fundamental, no caso de suas mães, esse número é um pouco menor para as mães (28,6%). A ausência da figura materna e paterna dentro dos lares também é algo que merece destaque. Enquanto cerca de 11% destas crianças crescem sem uma figura materna, cerca de 26,1% delas crescem sem uma figura paterna (pai ou padrasto).

Outras características apontam também para o incentivo e engajamento destes estudantes ao estudo. Com relação ao uso do tempo empregado na realização de tarefas, de cada 4 estudantes cerca de 3 (74,7%) não usa seu tempo para fazer cursos de capacitação como inglês, informática ou mesmo reforços complementares ao aprendizado. Esta informação aponta para como o ensino formal parece se apresentar como principal ferramenta de formação dos estudantes no país. Caso o ensino básico seja falho, o estudante entrará para o mundo do trabalho com baixo nível de capacitação.

Sobre os hábitos de estudo, é possível também identificar restrições no engajamento. 53,5% dos estudantes alegam que demandam menos de uma hora diária para fazer as atividades como estudar, fazer exercícios, repassar o conteúdo lecionado em sala e fazer trabalhos escolares durante os dias letivos, sendo 7,7% destes alegando que não usam o tempo deles para se dedicar à estas atividades. Algumas dessas crianças também não ingressaram no ensino no período letivo na idade adequada. 30,3% dos estudantes entraram na escola acima dos 6 anos de idade. Embora os dados não permitam estabelecer uma relação de causalidade, pode-se inferir em que medida parte significativa destas crianças tiveram algum auxílio privado ou estímulo familiar que consiga suprir o ensino realizado pela educação formal. Um dos problemas ligados ao atraso escolar destas crianças, está amarrado na falta de conhecimento prévio destas crianças dentro da instituição de ensino. Este atraso operará como um grave limitante, principalmente se a comunidade escolar não atentar para tais limitações, fornecendo uma rota capaz de auxiliar na recuperação destes estudantes.

Outros desafios que podem ser mencionados, dizem respeito também com relação aos problemas identificados pelos professores. Na próxima etapa, vamos passar por alguns deles.

PROFESSORES E DINÂMICAS DA SALA DE AULA

Alguns fatores denunciam limitações do ensino também através de como os professores da educação básica enxergam a relação entre os estudantes dentro da escola e o ensino. De forma

geral, os dados que serão apresentados aqui elucidam aspectos gerais do ensino, desde a percepção dos professores sobre a valorização profissional da sociedade, conflitos em sala de aula e percepção sobre os limites do aprendizado dos estudantes.

Sobre a cultura escolar, é possível descrever alguns problemas identificados pelos professores. Através destes dados, é possível afirmar que mais de um quinto dos professores (22,2%) discordam que seus alunos nesta escola estejam respeitando os acordos estabelecidos em sala. Esse cenário indica possíveis problemas de organização ao longo do ensino que podem incluir desde conversas paralelas, incapacidade de coordenação de projetos mais participativos, até problemas disciplinares mais graves que impeçam o professor de dar sequência a uma linha de raciocínio, explicando o conteúdo programado. Estas “quebras de acordos” dificultam o andamento das aulas, demandando trabalhos adicionais com o manejo e, mesmo em alguns casos, esforços adicionais de estratégias de reorganização das aulas em função do tempo adicional despendido. Outro fator associado a estas restrições encontra-se na dificuldade de professores que lidam com este cenário realizarem projetos mais participativos ou metodologias menos sistematizadas junto com seus alunos. Esses problemas ocorrem justamente através do receio de que a diminuição da sistematização da tarefa ofereça como contrapartida um risco de perda de controle da sala, eliminando os objetivos didáticos previamente estabelecidos. Essa informação pode ser aproximada de outra avaliando como seria a interação escolar promovida entre os estudantes dentro de sala de aula. Segundo o levantamento, 28,7% dos professores identificam que os alunos não são respeitosos com os colegas da turma. Estas práticas podem significar desde formas de violências escolares, incluindo o bullying ou demais questões que indiquem a falta de um ambiente educacional harmônico. Ainda sobre problemas ligados à gestão da sala de aula, mais de um quarto (28,2%) dos professores indica que seus alunos não chegam pontualmente dentro de sala para início das aulas. Outros 17,2% discordam que seus alunos estejam sempre presentes dentro de sala.

Ao longo da experiência dos autores deste capítulo, questões como essas contribuem para promover um ambiente de descontentamento com o ensino. Quando colocados para avaliar se “as vantagens de ser professor(a) superam claramente as desvantagens”, quase metade dos professores (48,8%) dos entrevistados afirma discordar da sentença. Esse cenário dá indicativos das dificuldades da profissão docente na educação básica.

Um outro indicador que merece destaque está ligado a como os profissionais vêm a valorização da profissão frente à sociedade. Segundo o SAEB, 84,5% dos professores discordam que exista

tal valorização. Relatos de descontentamentos e abandono da profissão educacional não são infrequentes dentro da conjuntura educacional do país. Não é incomum identificar professores que buscam prestar concursos para sair da carreira de docência tendo em vista o desgaste com o ambiente educacional envolvendo desde casos de insubordinação, ameaças, agressões escolares, ambiente com elevados índices de violência e criminalidade.

Outras questões que dizem respeito ao atraso escolar e práticas de avaliação de desempenho estão associadas à prática da repetência. 59,6% dos professores concordam com o enunciado de que “Repetir de ano é bom para o aluno que não apresentou desempenho satisfatório”. Esse resultado pode ser identificado na prática através de dados que demonstram o elevado atraso escolar no país. Segundo dados do SAEB, um pouco mais de um quinto dos estudantes da educação básica já foi reprovado uma (14,8%) ou mais vezes (5,4%). Este resultado pode ser associado também com a percepção dos professores sobre as dificuldades dos estudantes. 87% dos professores concordam que “os estudantes apresentam problemas de aprendizagem”, sendo 21,7 % deles concordando fortemente.

Sobre a preparação do professor para lecionar dentro de sala, é possível destacar alguns resultados. Segundo os dados do SAEB, apenas 0,4% dos professores do país se sentem pouco ou nada preparados para “desenvolver o conteúdo da(s) área(s) de ensino que leciono”, sendo 82,5% alegando se sentir muito preparado(a). Mais de 75,3% dos professores alega se sentir muito preparado para gestão de sala de aula e apenas 1,4% alegando se sentir pouco ou nada preparado. Estes resultados devem ser olhados sob cuidado na medida que o instrumento do SAEB pode ser interpretado pelos professores como um questionário usado para medir seu engajamento ou desempenho com a profissão. Assumindo a importância do professor na melhora do desempenho escolar (Gasle, et. al., 2012), é possível afirmar que o número elevado de alunos brasileiros nos níveis mais baixos de desempenho educacional em testes internacionais como o PISA (OCDE,2019) podem levantar suspeitas sobre o preparo medido pelos indicadores do SAEB.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo teve dois principais objetivos. O primeiro era o de apresentar a importância de instrumentos da avaliação do ensino, e dos aspectos gerais capazes de avaliar o desempenho escolar. Já o segundo, era de descrever de forma exploratória alguns problemas e desafios da educação no país através do banco de dados SAEB. A partir deste empreendimento, tentamos

demonstrar como uma educação baseada em evidências pode enunciar problemas estruturais seja de acesso ao ensino, da valorização do aprendizado, das condições de vida, do nível de satisfação profissional, de uma cultura escolar e mesmo com uma releitura do próprio instrumento. Com relação a este último aspecto, alguns resultados do exame parecem indicar conflitos de interesses ou demais vieses nos resultados que pouco refletem os aspectos do desempenho escolar quando comparados com testes internacionais do PISA.

Conforme tentamos deixar claro, é preciso avaliar com cuidado as limitações de instrumentos educacionais, seja sobre o que/a quem e como foi perguntado. Análises futuras poderão esclarecer um pouco melhor os limites destes construtos.

Concluimos avaliando que pensar em uma política educacional baseada em evidências, integrando contribuições profissionais de áreas distintas parece ainda um horizonte longínquo, onde se denuncia a “transferência do conhecimento” como algo leviano ou digno de menor crédito (Simplício e Haase, 2020). Barreiras teóricas parecem repelir essa integração com motivações e desfechos que fogem ao escopo deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Bird, International Bank for Reconstruction and Development. (1980). Northeast Basic Education project. *Loan Agreement*.

Bonamino, A., & Sousa, S. Z. (2012). Três gerações de avaliação da educação básica no Brasil: interfaces com o currículo da/na escola. *Educação e Pesquisa*, 38, 373-388.

Brasil. (Ministério da Educação (MEC)). (1982). *Programa de expansão e melhoria da educação no meio rural do Nordeste: estudos de reajustamento das metas físicas e financeiras 80/85*. Brasília: Brasil.

Brasil. Ministério da Educação. (2013). Avaliação nacional da alfabetização (ANA): documento básico.

Britannica, E. (2010, March 1). *Education - Western education in the 19th century*. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/topic/education/Western-education-in-the-19th-century>

Buchmann, G., & Neri, M. C. (2008). *The brazilian education quality index (Ideb): measurement and incentives upgrades* (No. 686). EPGE Brazilian School of Economics and Finance-FGV EPGE (Brazil).

COELHO, M. I. D. M. Vinte anos de avaliação da educação básica no Brasil: aprendizagens e desafios. vol. 16, n. 59, 2008.

Fernandes, R. (2007). Índice de desenvolvimento da educação básica (IDEB). *Textos para discussão*, (26), 29-29.

Fonseca, M. (2009). Políticas públicas para a qualidade da educação brasileira: entre o utilitarismo econômico e a responsabilidade social. *Cadernos Cedes*, 29, 153-177.

Gatti, B. A. (1987). Testes e avaliações do ensino no Brasil. *Educação e Seleção*, (16), 33-42.

Gansle, K. A., Noell, G. H., & Burns, J. M. (2012). Do student achievement outcomes differ across teacher preparation programs? An analysis of teacher education in Louisiana. *Journal of Teacher Education*, 63(5), 304-317.

I.N.E.P. (2020, September 22). *Histórico*. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb/historico>

OECD (2019), PISA 2018 Results (Volume I): Programme for International Student Assessment (PISA) OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>

Kaiser, D. (2006). The Physics of Spin: Sputnik Politics and American Physicists in the 1950s. *Social Research*, 73(4), 1225-1252. Retrieved July 7, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/40971881>

Karino, C. A., do Amaral Vinha, L. G., & Laros, J. A. (2014). Os questionários do SAEB: o que eles realmente medem?. *Estudos em Avaliação Educacional*, 25(59), 270-297.

Lopes, V. V. (2007). *Cartografia da avaliação educacional no Brasil* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

MEC. (2008, April 4). *Índice Avalia Aprendizado dos Alunos*. Plano de Desenvolvimento Da Educação. http://portal.mec.gov.br/arquivos/Bk_pde/ideb.html

Miranda, N. P. D., & Silva, L. M. D. (2012). Tendências históricas da avaliação educacional.

Pestana, M. I. (1998). O sistema de avaliação brasileiro. *Revista brasileira de estudos pedagógicos*, 79(191).

Roraima. (2015) *Lei n. 1008, de 03 de setembro, 2015*. Boa Vista Assembleia Legislativa. Disponível em <https://al.rr.leg.br/wp-content/uploads/2019/02/Lei-Ordinaria-No.-1008-de-03.09.15.pdf>

Scriven, M. (1991). *Evaluation thesaurus*. Sage.

Secretaria Municipal de Ensino, DEPLAN-DP-SPP (1981). Verificação do nível de escolaridade dos alunos da rede municipal de ensino. São Paulo.

Simplício, H. A. T. & Hase, V. G. (2020). Pedagogia do fracasso. O que as ciências cognitivas têm a dizer sobre aprendizagem? Belo Horizonte:Ampla.

Valdemarin, V. T. (2001). Ensino da leitura no método intuitivo: as palavras como unidade de compreensão e sentido. *Educar em Revista*, 157-182.

Vianna, H. M. (1995). Avaliação Educacional: uma perspectiva histórica. *Estudos em Avaliação Educacional*, (12), 7-24.

[1] Serviço de testes educacionais

[2] teste de proficiência para a pós-graduação

[3] para proficiência em inglês

[4] American Psychological Association (Associação de Psicologia Americana)

[5] American Educational Research Association (Associação de Pesquisa Educacional Americana)

[6] National Committee on Measurement in Education (Comitê Nacional de Mensuração em Educação)

[7] United States Agency for International Development (Agência Estadunidense para Desenvolvimento Internacional)

[8] Banco Interamericano de Desenvolvimento

[9] International Bank for Reconstruction and Development (Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento)

[10] Programa de Educação Básica do Nordeste.

PARTE II - VULNERABILIDADE E ASPECTOS SOCIODEMOGRÁFICOS DO DESEMPENHO ACADÊMICO

Capítulo 4 - Aspectos múltiplos da vulnerabilidade no aprendizado: Uma avaliação nacional das regiões através de regressões lineares e de árvore

Henrique Simplício, Bernardo Schotgues, Braulio Silva, Maria Raquel Santos Carvalho;
Guilherme Wood, Vitor Geraldi Haase.

INTRODUÇÃO

A desigualdade no desempenho acadêmico tem se manifestado como uma das principais preocupações do campo educacional. No último século, parte dos esforços de pesquisa tentou medir os efeitos deletérios da desigualdade ao longo da aprendizagem atuando em diferentes aspectos do desenvolvimento (Breen & Karlson et. al 2014; Bloome et. al. 2018; Uthman, 2009; Ferreira & Gignoux, 2013). Baixa educação materna (Carneiro, et. al., 2012; Mensch et. al. 2019; Magnuson, 2007; Silvestrin, 2020), baixa renda (Liu & Luo, 2020; Das, J. 2022), vizinhança mais pobres (Liu, et. al 2010), violência (Burdick-Will, 2018), bullying (Fry, et. al., 2017; Samara. et. al, 2021) trabalho infantil (Silva-Laya, et. al. 2020), gravidez na adolescência (Abuya et. al 2013; Canavarro, et. al.2020) e, de forma mais genérica, as experiências adversas na infância (Blodgett & Lanigan, 2018), apareceram como alguns dos preditores capazes de interferir na desigualdade do desempenho educacional.

Nestes estudos, a teoria da evolução por seleção natural e sexual nem sempre ganhou espaço, sendo colocada sob suspeita ou segundo plano (Pinker, 2003). Para avaliar o efeito da desigualdade no desempenho acadêmico, estudos têm majoritariamente adotado perspectivas teóricas baseadas em certo grau de determinismo das ciências humanas, nem sempre familiarizadas com a teoria evolutiva (Daly, 2020). Apesar das contribuições, conceitos amplos como “capital social” foram adotados incorrendo em direcionamentos vagos sobre os resultados (Eriksson, 2011).

Parte dos pressupostos sociológicos têm demonstrado baixa adesão à abordagem evolutiva, associando a teoria à possibilidade de incorrer em determinismos biológicos ou genéticos (Buss & Von Hippel, 2018). Como um estudioso da oncologia comparado a um apologista do câncer, estas críticas tendem igualmente a se pautar na falácia naturalista (Frankena, 1939) confundindo a investigação do fenômeno com sua propaganda. A recusa de influências progressas

adaptativas, acaba por retirar da espécie humana a seleção natural (Buss & Von Hippel, 2018) ou quaisquer motivações epigenéticas do seu comportamento.

Ao contrário de uma visão determinista, a teoria evolutiva não apenas assume a interação entre aspectos sociais e ecológicos (Mayr, 1996, 2004; Tinbergen, 1963, 1972), como fornece modelos interpretativos capazes de avaliar o desenvolvimento ao longo da formação na vida animal (Caspi, et. al. 2002; Turecki & Meaney, 2016). Diferentes abordagens da teoria convergem ao avaliar o efeito da vulnerabilidade ao longo do desenvolvimento. A teoria dos sistemas adaptativos complexos (Holland, 1992), da história de vida acelerada (*fast life history*) (Griskevicius et al, 2011; Szepeswol & Simpson, 2018), modernização (Newson & Richerson, 2008) e da educação evolucionária (Geary, 2012) complementam uma à outra ao avaliar como ambientes de risco promovem alterações no desenvolvimento capazes de influenciar na educação.

Para a teoria dos sistemas adaptativos complexos, as disposições internas de um organismo reagem a pressões externas reorientando suas prioridades quando o ambiente se apresenta como ameaçador ou incerto (Chisholm & Burbank, 2001). Como no modelo da trajetória de vida, a arquitetura do desenvolvimento do indivíduo é sensível às experiências de risco e instabilidade. Experiências como ambientes violentos (Finkelhor et. al., 2013; Shalev, 2019), baixo investimento parental (Wertz, et. al. 2020), gravidez precoce (Sung et. al, 2016) e mortalidade infantil (Volk & Atkinson, 2008) tendem a alterar a rota de desenvolvimento, reordenando as prioridades adaptativas do organismo na tentativa preservar a sobrevivência (Belsky et. al., 2020).

Segundo o modelo, indivíduos que convivem em ambientes de elevado risco, com maior influência da mortalidade (Griskevicius et. al., 2011), tenderiam a adotar trajetórias de vida mais rápidas (Del Giudice, et. al, 2011). Essas trajetórias implicariam na postergação da educação, dando maior prioridade a comportamentos reprodutivos mais acelerados (Van der Linden et, al., 2018). Volk & Atkinson (2013), apresentaram a mortalidade infantil como uma das características mais persistentes do Ambiente de Adaptação Evolutivo (AAE), no qual a espécie humana evoluiu. Indicadores de mortalidade na fase inicial da vida representariam fortes indicadores de pressões seletivas responsáveis por orientar a sobrevivência.

Ao longo do desenvolvimento da modernidade, o declínio das taxas de mortalidade infantil poderia ser explicado pela educação, leis modernas, saneamento bem como melhores condições de vida (Volk & Atinkson, 2013). Em sociedades pré-modernas, pautadas por ambientes com altos indicadores de vulnerabilidade, o investimento educacional torna-se mais dispendioso e arriscado (Newson & Richerson, 2008). Além de um investimento de longo prazo, o

aprendizado escolar desenvolvido pela cultura moderna depende majoritariamente de habilidades cognitivas secundárias (Geary, 2012), ou seja, de habilidade culturalmente desenvolvidas, as quais não constituem adaptações evolutivas estáveis e, portanto, não tendem a se desenvolver de forma intuitiva. Estas habilidades demandam recursos escassos de processamento da informação e de motivação. Como a capacidade humana de processamento de informação é limitada e o trabalho escolar tem, ao menos inicialmente um caráter aversivo, a aprendizagem escolar requer motivação cognitivamente mediada, ou seja, regulada por objetivos projetados no futuro (Geary, 2012, Willingham, 2021).

Para avaliação do desempenho educacional, os preditores cognitivos têm operado como determinantes na resolução de testes padronizados (Cucina, et. al., 2016; O'Connell & Marks, 2022; Flores Mendoza et. al, 2021) pertencentes às habilidades cognitivas secundárias. O fator *g* da inteligência têm sido igualmente associado a pressões seletivas (Kanazawa, 2010), gerenciando uma série de indicadores sociais ligados ao desenvolvimento (Lynn, 2002) incluindo a saúde (Geary, 2018) bem-estar e *status* socioeconômicos (Poulton et. al., 2002; Batty et. al, 2007). Resultados têm indicado para uma relação diretamente proporcional entre inteligência e a preservação da saúde e bem estar ao longo da fase adulta (Deary et. al., 2010; Batty et. al., 2015). Variáveis como a mortalidade infantil, taxa de fertilidade (Lynn, et. al., 2018) e expectativa de vida têm demonstrado efeitos significativos no desempenho acadêmico (Marioni, et. al, 2016; Van Raalte, et. al. 2012). Dessa forma, desenvolver-se em situações de vulnerabilidade biopsicossocial (McLaughlin, 2019), promoveria piores desfechos no desempenho acadêmico afetando o desenvolvimento dentro de uma comunidade (Beddington et al., 2008).

Compreendendo o papel evolutivo que os fatores de risco são capazes de promover no desenvolvimento, o presente estudo tem por objetivo avaliar o efeito de diferentes indicadores de vulnerabilidade nos desempenhos educacionais das regiões de um vasto território. Considerando a hipótese evolutiva da história de vida acelerada (Tops, 2014), que aponta para indicadores de mortalidade como os preditores mais estáveis, operando como uns fortes indicadores de pressões seletivas, o presente estudo pretende testar a vantagem dos preditores de mortalidade infantil e expectativa de vida frente aos indicadores de renda, desigualdade, saneamento, trabalho, violência e gravidez na adolescência na avaliação do desempenho acadêmico medido territorialmente. Para tanto, adotamos como unidade de análise o território brasileiro.

Uma parte da produção literária buscou avaliar como aspectos socioeconômicos afetam o desempenho educacional através de unidades territoriais (Fuerst & Kirkegaard, 2016).

Resultados de testes internacionais como o PISA (Programme for International Student Assessment) indicam o efeito de diferenças contextuais como geografia, país de origem e indicadores sociais exercendo influências deletérias no aprendizado (OECD, 2021). Análises empreendidas avaliaram a relação de indicadores demográficos através de países (Burhan, et. al. 2017), estados (Lynn et. al, 2017) e regiões (Daniele, 2020). O presente estudo avalia unidades territoriais menores como critérios de análise, ampliando a amostra e incorporando diferentes preditores socioeconômicos.

A escolha do território brasileiro como unidade de análise ocorre pelas propriedades dos indicadores sociodemográficos no país. Países como o Brasil ocupam uma posição de destaque registrando grande dispersão econômica e variabilidade sociodemográfica. O país está entre os mais desiguais do mundo (Martelero & Andrade, 2014; World Bank, 2016; OECD, 2020) combinando uma participação significativa no PIB mundial (World Bank, 2020) com um grande contingente de alunos nos níveis mais baixos de desempenho em testes internacionais como o PISA (OECD, 2019).

Ao avaliar seus indicadores da educação básica no Brasil é possível notar fortes distorções regionais de desempenho com áreas com maiores (256.68) e menores (162.11) escores escolares ultrapassando os 94 pontos de diferença (desvio padrão = 21,16) (INEP, 2010). Indicadores sociais também apontam que o país combina áreas com IDH elevado, proporcional ao de nações mais desenvolvidas, com outras nas quais os indicadores de mortalidade infantil são sete vezes superiores aos de países que menos sofrem com o problema (Victora et. al. 2011). Estima-se que ainda hoje cerca de 6 milhões de pessoas no país não tenham acesso à água potável segura e pouco mais da metade da população possui acesso a saneamento básico (Narzetti & Marques, 2020). Em alguns municípios do país, mais de 90% da população vive em regiões com acesso a água e esgotos inadequados (IVS,2016).

Comparativamente ao cenário global, o país também possui indicadores de violência elevados associados a experiências adversas (Viola, et. al.2015) e taxa de homicídios (Ribeiro & Diniz, 2020). Este cenário coloca o país em uma importante posição para investigações dos fenômenos capazes de prejudicar o aprendizado através de indicadores de vulnerabilidade.

Como forma de avaliar o desempenho educacional será adotado o principal instrumento público de avaliação da educação básica no Brasil, o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB). Os resultados serão analisados combinando duas estratégias de análise estatística distintas. Na primeira parte, serão aplicadas estratégias estatísticas lineares, usando regressões lineares múltiplas. Na segunda etapa, serão aplicadas estratégias capazes de lidar com a não linearidade do dado, através de árvores de regressão, usando o algoritmo CART

(*Classification and Regression Trees*). Estas estratégias serão empregadas em cada um dos escores médios regionais das disciplinas de Matemática e Língua Portuguesa.

MÉTODOS

CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Os dados usados neste estudo são secundários, obtidos através de instituições públicas governamentais respeitando as considerações éticas previstas na legislação do país. Foram consultadas os bancos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística (IBGE), DATASUS, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e Atlas da Violência. Estes dados foram obtidos através dos portais: IVS (<http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/>); Datasus (<https://datasus.saude.gov.br/>); INEP (<https://www.gov.br/inep/pt-br>); IBGE (<https://www.ibge.gov.br/>); e Atlas da Violência (<https://www.ipea.gov.br/atlasviolencia/>).

POPULAÇÃO

Como unidade de análise do desempenho escolar, foram adotadas as demarcações de regiões imediatas aplicadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE,2017). As regiões imediatas já receberam o nome de microrregiões. Elas constituem áreas intermédias entre Estados e municípios reunindo um conjunto de cidades que compartilham características como: proximidade com centros urbanos, possibilidade de aquisição de bens de consumo, oportunidade de emprego e acesso a setores públicos gerenciais (IBGE,2017). Todos os dados foram agregados em função dos escores médios destas regiões.

Nas variáveis de desempenho escolar, foram usados os escores médios de desempenho de mais de dois milhões de crianças (2,690,574) do quinto ano de 2011. Estes dados foram distribuídos ao longo das 510 regiões imediatas nacionais. Alunos que cursam esse ano possuem idade escolar prevista para 10 anos.

INDICADORES

Através dos bancos de dados mencionados, foram extraídas onze variáveis preditoras e duas de desfecho. Os preditores mortalidade infantil, expectativa de vida e trabalho infantil foram obtidos pelo DATASUS. O DATASUS é o sistema que reúne as informações do Sistema Único de Saúde (SUS) do país.

A mortalidade infantil (MORT) foi avaliada pelo número de crianças que chegam a óbito a cada mil antes de completar um ano de idade. O Trabalho Infantil (INF) foi medido pela quantidade (porcentagem) de crianças de 10 à 15 anos com alguma ocupação. A Expectativa de Vida foi medida pela longevidade média da região expressa em anos (EXP).

Através do IPEA, foram obtidas informações sobre Desigualdade, Renda Desemprego, Escolaridade Materna, Água e Esgotos Inadequados, Gravidez na Adolescência, Coleta de Lixo e Violência.

O valor da Desigualdade foi medido em função do coeficiente de gini (GINI). Esse indicador avalia em que medida a renda está ou não concentrada de modo que o valor 0 implicaria na perfeita equivalência da renda em determinada região e 1 significaria perfeita desigualdade, onde apenas um concentra toda a renda de determinado território. A renda foi medida através do valor da renda per capita média expressa em Reais (REN). A variável gravidez na adolescência foi medida pela porcentagem de jovens grávidas entre 10 e 17 anos (GRAV).

Os indicadores de saneamento básico foram medidos pela porcentagem de água e esgoto inadequados (AEI) e a porcentagem da população que vive em domicílios sem a coleta de lixo (CLX).

O indicador de violência foi obtido através do Atlas da Violência. Este indicador foi medido pela taxa de mortes intencionais por cem mil habitantes (VIO). O desemprego foi medido pela porcentagem de jovens com idade igual ou maior a 18 anos procurando emprego na última semana (DESEM). A escolaridade materna foi medida pela porcentagem de mães nas regiões que não completaram o ensino fundamental (MSF).

Como forma de medir o desfecho relacionado ao desempenho acadêmico das regiões, adotamos o teste de desempenho acadêmico do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB). O teste SAEB é o principal instrumento de avaliação da educação básica do país. Este instrumento foi criado com intuito de fornecer subsídios para monitorar políticas públicas (Vinha, et. al, 2016) sendo aplicado de forma censitária na educação pública e amostral para escolas privadas. Assim como o PISA, o SAEB é projetado com base na teoria da Resposta ao item de modo que a pontuação recebida no teste foi desenhada para corresponder a um conjunto de habilidades alcançadas nas respectivas disciplinas. O SAEB é aplicado em todas as unidades federativas do país. Através do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), obtemos os dados de desempenho. Através do SAEB serão analisados os resultados médios dos desempenhos de língua portuguesa (LP) e Matemática (MT) de cada região. A escolha destas variáveis ocorre na medida em que a língua materna e a matemática são

importantes preditores de desfechos psicossociais, tais como renda, empregabilidade, saúde física e mental (Parsons & Bynner, 2005)

Com exceção dos dados de desempenho educacional e de violência, referentes ao ano de 2011, todos os outros preditores foram obtidos através do censo demográfico nacional obtido no ano de 2010. Estes dados são coletados pelo IBGE, responsável por realizar a cada 10 anos o censo demográfico.

As tabelas 1 e 2 reúnem informações sobre coleta e distribuição dos dados ao longo da amostra. Através da segunda tabela, é possível identificar a variabilidade dos dados com áreas onde não foram registrados homicídios ao longo do ano, com regiões com mais de 90 homicídios por 100 mil habitantes. A renda média per capita das regiões brasileiras no ano da coleta era proporcional à R\$ 582.42 (sd = R\$257.56), ou US\$330.25 mensais, convertendo para a média anual da cotação em dólares do ano de coleta da amostra. A expectativa de vida no ano analisado foi de 73.9 anos de vida para a população em geral. Conforme a tabela 2, os desempenhos médios da matemática e língua portuguesa atuam como construtos distintos na medida em que há diferença entre os escores médios de desempenho LP(186.75) e MT(206.20) desvio padrão LP(17.72) e MT(21.34).

Tabela 1 - Fontes de informações das variáveis predictoras e desfecho

Tipo de variável	Fonte de Informação	Nome	Abreviação	Ano de coleta
Predictores	IPEA	Gini	GINI	2010
		Renda	REN	2010
		Desemprego	DES	2010
		Mãe sem fundamental	MSF	2010
		Água e Esgoto inadequados	AEI	2010
		Gravidez na adolescência	GRAV	2010
		Coleta de Lixo	CLX	2010
	IPEA(Atlas da Violência)	violência	VIO	2011
	DataSUS	Trabalho infantil	INF	2010
		Mortalidade infantil	MORT	2010
Expectativa de vida		EXP	2010	
Desfechos	INEP	Língua Portuguesa	LP	2011
		Matemática	MT	2011

Tabela 2 - Estatísticas descritivas das variáveis preditoras

Estatísticas													
	HOM	AEI	GRA V	REN	GINI	MOR T	INF	CLX	DES	MSF	EXP	LP	MT
Mean	20.86	8.95	3.13	582.4 2	0.530	18.24	11.53	5.59	6.70	19.83	73.61	186.7 5	206.2 0
Med	16.61	3.63	2.96	605.4 5	0.528	15.94	10.70	2.77	6.50	18.25	74.11	189.4 2	208.1 7
Std	14.54	11.39	1.18	257.5 6	0.049	6.17	4.66	7.98	2.57	7.88	2.41	17.72	21.34
Mín.	0	0.00	0.74	159.8 5	0.387	8.51	4.28	0.04	1.15	6.16	67.69	146.8 1	161.1 1
Max	94.2 0	63.5 7	7.26	1715 .11	0.79 7	35.4 4	34.5 8	58.1	18.7 3	47.2 3	78.3 4	222. 26	252. 03

ESTRATÉGIAS DE ANÁLISE

Os resultados serão analisados em três etapas. Na primeira, serão analisadas as distribuições dos desempenhos de matemática e Língua Portuguesa nas regiões além da correlação entre preditores e desfechos. Na segunda etapa, serão aplicados modelos de regressão linear múltipla avaliando os efeitos dos desfechos médios regionais dos desempenhos de Português e Matemática.

Considerando o grande número de variáveis, como forma de avaliar o melhor modelo a ser usado na regressão linear, adotou-se o método *best-subset regression* do pacote *olsrr* (Hebbali, 2017). Esse método aplica regressões com cada subconjunto de variáveis preditoras com o intuito de avaliar quais seriam as melhores variáveis para construção do modelo (Hosmer et. al, 2013; Kutner et.al, 2015). A escolha do melhor modelo foi pautada pela observação dos valores de Mallows's (C_p) e *Akaike information criterion* (AIC). O valor de C_p sinaliza os possíveis vieses na escolha do modelo, através dos valores dos mínimos quadrados ordinários (OLS) (Mendenhall & Sincich, 2020). Assim como C_p , o AIC é um estimador de erro que tenta escolher o melhor conjunto de variáveis penalizando tanto o baixo poder explicativo quanto o excesso de variáveis através de modelos mais parcimoniosos (Cavanaugh & Neath, 2019). Há

resultados indicando semelhanças quando ambos indicadores atendem aos pré-requisitos de uma gaussiana (Boisbunon et. al. 2013; Boisbunon et. al. 2014). Apesar dos critérios por AIC serem largamente adotados, existem sugestões alternativas (Bai, et. al, 2018; Zhang, 2016) avaliando seus resultados comparativamente a outros critérios de inclusão como a bayesiana de Schwarz (1978). Considerando resultados apontando desfechos positivos para ambos critérios (Pho, et.al. 2019) com interpretações comparáveis (Field, 2012), o valor de AIC será avaliado conjuntamente com os escores de C_p .

O indicador de correlação dos preditores foi realizado através dos valores de Variance Inflation Factor (VIF). Conforme a literatura especializada, estabelecemos os valores entre 4 e 5 como limítrofes na indicação de multicolinearidade (Favero & Belfiore, 2019; Hair et. al., 2011). A avaliação da influência de *outliers* no modelo será acessada pelos resíduos padronizados e a distância de Cook's. Essa última, aplica a influência de pontos destoantes através dos mínimos quadrados. Esse indicador tem se mostrado sensível à identificação de outliers em bancos de dados multivariados (Kannan, 2015). Conforme Cook e Weisberg (1982), adotamos que valores acima de um poderiam trazer prejuízos ao modelo.

Na terceira etapa serão usadas as árvores de regressão através do algoritmo (CART). Embora os modelos lineares sejam altamente usados em estudos educacionais, tais modelos demandam pressupostos que podem não ser adequados à distribuição de fenômenos populacionais. Dados comportamentais podem interagir de forma complexa, exigindo pré-requisitos de análise dificilmente atendidos pelas estratégias lineares usuais (Gomes, et. al, 2021). Conforme a literatura especializada, dados sociais de vulnerabilidade (Boullier & Blair, 2018) e desigualdade podem atuar de forma concentrada nos seus desfechos ou no modo como são distribuídos populacionalmente. Fenômenos como violência, saneamento básico, mortalidade infantil e renda podem se correlacionar, interferindo nos pressupostos da regressão caso o objetivo da análise seja comparar os preditores. Considerando como importante o efeito comparativo de análises entre variáveis e métodos estatísticos aplicamos uma árvore de regressão nos desempenhos de Matemática e Língua Portuguesa.

Este modelo não paramétrico foi originalmente desenvolvido na década de 80 com o intuito de fornecer aplicações de classificação e regressão para tarefas de machine learning (Loh, 2014). Embora seja muito usado na prática e pesquisa de *data mining* (Wu et. al, 2008), sua aplicação ainda é escassa no campo da pesquisa orientada para resultados educacionais (Gomes, et. al. 2017). Como forma de avaliar os resultados, usaremos o algoritmo de Classification and Regression Tree (CART) (Breiman et. al. 1984). Este algoritmo tem-se apresentado de forma robusta em termos preditivos comparativamente com outras técnicas (Gomes, et. al. 2020). Sua

aplicação não demanda a partição do banco de dados (hold-out), possuindo como vantagem apresentar automaticamente os efeitos de interação (moderação) entre as variáveis (Chen, et. al. 2019), através de uma representação gráfica. Neste estudo, as representações gráficas das árvores serão feitas através do pacote rpart do R (Therneau, et. al. 2015). Além dela, com exceção das tabelas, todas as análises, incluindo o mapa com as distribuições do desempenho foram produzidas através do R software (R Core Team, 2017).

RESULTADOS

Os resultados serão descritos conforme as etapas planejadas na estratégia de análise. Inicialmente será analisada a distribuição variáveis por região.

I) Distribuição e Correlação entre as variáveis por região

Através da Figura 9, é possível avaliar o desempenho médio das disciplinas de matemática e português por região. De acordo com a representação, é possível identificar em ambos os mapas uma concentração de escores de desempenho. Áreas com pior desempenho estão concentradas sobretudo nas partes norte e nordeste do país em contraposição às regiões sudeste e sul com melhor desempenho. Este padrão de distribuição pode ser aplicado tanto para a disciplina de língua portuguesa quanto da matemática. Conforme apresentado, há grande diferença entre os escores médios distribuídos regionalmente. Um mesmo estado pode concentrar desempenhos regionais que variam mais de 40 pontos médios de desempenho.

A Figura 10 apresenta a matriz de correlações de Pearson, juntamente com um mapa de calor entre as variáveis preditoras e desfechos do estudo. Através do mapa é possível identificar correlações fracas, médias e fortes. Destaca-se a correlação alta entre os indicadores de desempenho escolar da matemática e língua portuguesa ($r = 0.99$), e entre mortalidade infantil e longevidade ($r = -0.97$). A correlação entre mortalidade infantil e longevidade pode ser explicada na medida em que a mortalidade infantil atua como um subcomponente da expectativa de vida, de modo que o valor do primeiro afeta diretamente o segundo.

Também possuem alta correlação a renda per capita com a mortalidade infantil ($r = -0.82$) e a expectativa de vida com a baixa educação materna (estágios iniciais) ($r = -0.76$). O indicador de renda per capita possui correlações fortes com as variáveis desempenho (MT. $r = 0.73$; MT. $r = 0.75$), mas ainda maiores com variáveis sociodemográficas indicativas de saúde como expectativa de vida ($r = 0.86$) e mortalidade infantil ($r = -0.82$). Outros indicadores como coeficientes de desigualdade, gravidez na adolescência, coleta de lixo e desemprego

apresentaram em geral correlações médias e fortes entre as variáveis. Indicadores de violência e trabalho apresentaram correlações inferiores a 0.3.

Figura 9 - Desempenhos educacionais por microrregião

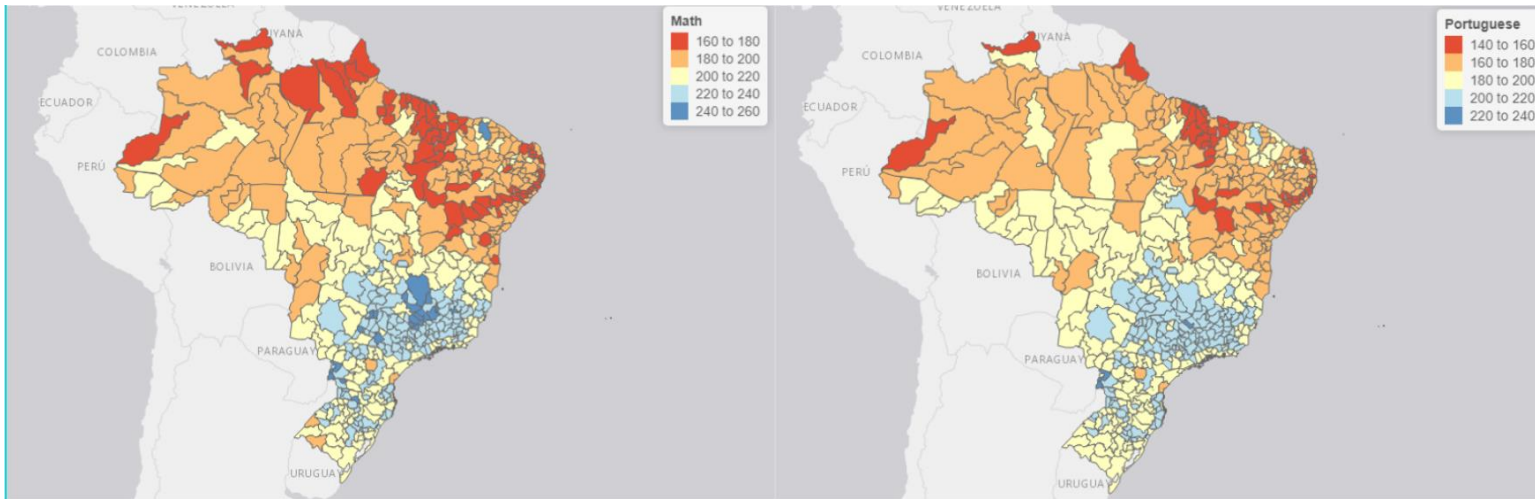
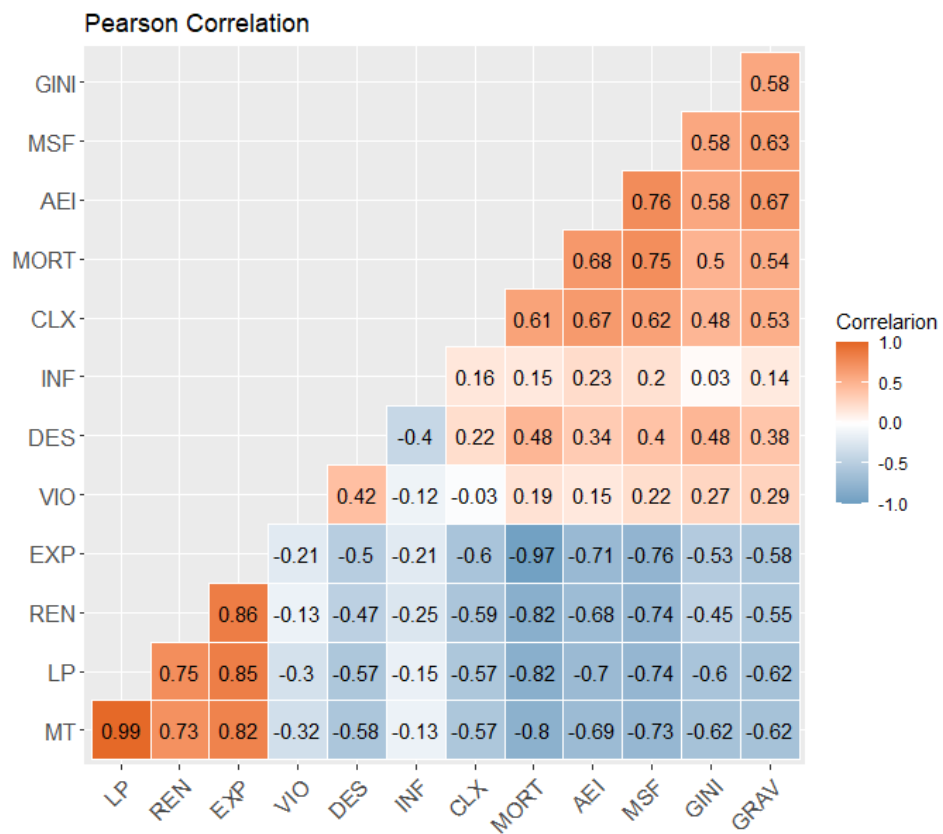


Figura 10 - Correlação entre variáveis



II) Efeito dos Indicadores de Vulnerabilidade sobre o Desempenho Acadêmico Por Regressão Linear

A partir dos preditores renda per capita, Coeficiente de Gini, Mortalidade infantil até um ano de idade, expectativa de vida ao nascer, trabalho na infância, homicídios, água e esgoto inadequados, gravidez na adolescência, desemprego, escolaridade materna e coleta de lixo, aplicamos regressões lineares múltiplas com intuito de avaliar o efeito da mortalidade infantil no desempenho acadêmico das regiões.

Através do método *best subset*, é possível identificar o grau de coincidência entre os indicadores AIC e Cp para melhores modelos da língua portuguesa e matemática. Modelos paralelos foram sendo gradualmente construídos para a língua portuguesa e matemática. Os resultados dos indicadores identificaram baixa diferença entre o poder explicativo dos modelos dos dois desfechos através do acréscimo de algumas variáveis, como nos modelos 9 e 10, apontando para ganhos irrisórios ($R^2_{\text{adjusted}} \leq 0.001$). **Os modelos também identificam que a variável expectativa de vida explica a maior parte da variação dos resultados na matemática ($R^2_{\text{adjusted}} = 0.6796$) e na língua portuguesa ($R^2_{\text{adjusted}} = 0.7199$).** Os preditores de renda e mortalidade infantil foram eliminados do modelo.

De acordo com os critérios de seleção de *Akaike Information Criterion* e Mallow's Cp, foram escolhidos modelos com o mesmo número de preditores para as variáveis desfecho. O desempenho em Matemática (AIC = 3833.4800, Cp =9.7934) e Língua Portuguesa (AIC =3599.5029, Cp = 9.7359) contaram com um conjunto de oito preditores: Gini, Expectativa de Vida, Trabalho na infância, Violência, Água e Esgoto Inadequados, Gravidez na Adolescência, Desemprego, Escolaridade Materna e Coleta de Lixo.

No modelo da Matemática, os preditores Gini, Expectativa de Vida, Trabalho na Infância, Violência, Desemprego, Mãe Sem Fundamental e Coleta de Lixo se mostraram significativos ($F(9, 500) = 189.4, p < 0,001; R^2_{\text{adjusted}} = 0.773$). No modelo da língua portuguesa, os preditores significativos foram praticamente os mesmos da matemática ($F(9, 500) = 212, p < 0,001; R^2_{\text{adjusted}} = 0.788$), com a exceção da coleta de lixo ($p < 0.093$). Todos os outros preditores obtiveram um valor p de significância marginalmente significativo ou inferior a 0.098.

A Tabela 3 apresenta os coeficientes das regressões. Conforme representado, a variável que mais fortemente impactou no desempenho educacional foi a expectativa de vida, promovendo efeito próximo a meio desvio padrão no desempenho da matemática ($\beta = 0.4549860$, 95% [IC = 3.25, - 4.21]) e na língua portuguesa ($\beta = 0.504521$, 95% [IC = 3.16, - 4.24]). Esta variável atuou com maior efeito do que o coeficiente de Gini ($\beta(\text{MT}) = -0.1006507$; $\beta(\text{LP}) = -0.0674666$); Trabalho infantil (MT $\beta = -0.0764544$ - LP $\beta = -0.0909294$), homicídios (MT $\beta = -0.0810104$; LP $\beta = -0.0566464$), desemprego (MT $\beta = -0.214421$; LP $\beta = -0.2158902$), mãe sem

ensino fundamental ($MT\beta = -0.0781840$; $LP\beta = -0.0748773$) coleta de lixo (desempenho da matemática) ($\beta = -0.0726516$).

Tabela 3- *Best subset* modelos lineares do desempenho acadêmico

Model	Predictors of Math				Predictors of Portuguese			
1	EXP				EXP			
2	GINI EXP				GINI EXP			
3	GINI EXP DES				EXP AEI DES			
4	GINI EXP AEI DES				EXP GRAV DES MSF			
5	GINI EXP HOM AEI DES				EXP INF GRAV DES MSF			
6	GINI EXP INF HOM AEI DES				GINI EXP INF GRAV DES MSF			
7	GINI EXP INF HOM AEI DES CLX				GINI EXP INF AEI GRAV DES MSF			
8	GINI EXP INF HOM AEI DES MSF CLX				GINI EXP INF HOM AEI GRAV DES MSF			
9	GINI EXP INF HOM AEI GRAV DES MSF CLX				GINI EXP INF HOM AEI GRAV DES MSF CLX			
10	REN GINI EXP INF HOM AEI GRAV DES MSF CLX				GINI MORT EXP INF HOM AEI GRAV DES MSF CLX			
11	REN GINI MORT EXP INF HOM AEI GRAV DES MSF CLX				REN GINI MORT EXP INF HOM AEI GRAV DES MSF CLX			
Subsets Regression Summary								
Math Model					Portuguese Model			
Model	R-Square	Adj. R-Square	C(p)	AIC	R-Square	Adj. R-Square	C(p)	AIC
1	0.6802	0.6796	198.6719	3992.6842	0.7204	0.7199	165.8559	3734.4447
2	0.7260	0.7249	99.8327	3915.9223	0.7514	0.7504	93.4151	3676.5545
3	0.7453	0.7438	59.2746	3880.6479	0.7709	0.7695	48.5603	3636.8999
4	0.7568	0.7549	35.9193	3859.0724	0.7779	0.7761	33.8061	3623.1389
5	0.7627	0.7603	24.9070	3848.5365	0.7834	0.7813	22.4892	3612.2545
6	0.7660	0.7632	19.6278	3843.3872	0.7873	0.7847	15.1704	3605.0407
7	0.7697	0.7665	13.4299	3837.2136	0.7891	0.7862	12.7055	3602.5665
8	0.7719	0.7682	10.6903	3834.4275	0.7909	0.7876	10.4856	3600.3014
9	0.7732	0.7691	9.7934	3833.4800	0.7920	0.7883	9.7359	3599.5029
10	0.7738	0.7692	10.4793	3834.1374	0.7925	0.7883	10.7435	3600.4892
11	0.7740	0.7690	12.0000	3835.6468	0.7928	0.7882	12.0000	3601.7283

AIC: Akaike Information Criteria

C(p): Mallow's Cp

A figura 11, avalia o efeito de outliers no modelo através da distância de Cook's. Ela discrimina sobre qual modelo a região opera como outlier. Os resultados indicam que alguns casos exercem mais influência sobre os modelos ajustados. Valores superiores a 0.01 foram listados na figura.

Através dos indicadores que avaliam os resíduos padronizados (Field, 2013) é possível apontar que menos de 5% (MT.Zresid = 4,13%, LP.Zresid = 4,5%) encontram-se com valores superiores a 2.5. Ainda que existam valores superiores a 3 nos dois modelos, a média dos resíduos nas duas variáveis é inferior à 0.001 (mean (MT) Zresid = -0.000033 - mean (LP) Zresid = -0.000177). A figura 12 localiza no mapa as regiões com resíduos padronizados acima de 2, juntamente com a distribuição dos resíduos dos dois modelos.

Tabela 4 - Coeficientes de Regressão dos modelos da matemática e da língua portuguesa

Coeficientes MT								Coeficientes LP							
	Estimate	Std. Error	t value	β	Pr(> t)	CI(95%)		Estimate	Std. Error	t value	β	Pr(> t)	CI (95%)		
						2.5%	97.5%						2.5%	97.5%	
(Intercept) (VIF)	-31.917	27.9593	-1.14	-----	0.25418	-86.85	23.01	(Intercept) (VIF)	-49.65	22.22	-2.23	-----	0.02594 *	-93.32	-5.98
GINI (1.97)	-44.063	13.0945	-3.37	-0.10	0.00082 ***	-69.79	-18.3367	GINI (1.97)	-24.52	10.41	-2.36	-0.07	0.01887 *	-44.98	-4.07
EXP (3.37)	3.9323	0.3456	11.38	0.45	< 2e-16 ***	3.25	4.61	EXP (3.37)	3.70	0.28	13.47	0.504	< 2e-16 ***	3.16	4.24
INF (1.68)	-0.3498	0.1263	-2.77	-0.08	0.00582 **	-0.5979	-0.1016	INF (1.68)	-0.35	0.10	-3.44	-0.09	0.00063 ***	-0.542	-0.15
HOM (1.35)	-0.1189	0.0363	-3.27	-0.08	0.00114 **	-0.1902	-0.047	HOM (1.35)	-0.06	0.03	-2.39	-0.056	0.01722 *	-0.13	-0.01
AEI (3.34)	-0.1381	0.0729	-1.89	-0.07	0.05890 .	-0.2813	0.01	AEI (3.34)	-0.11	0.06	-1.84	-0.067	0.06568 .	-0.22	0.00
GRAV (2.20)	-0.9733	0.5717	-1.70	-0.05	0.08931 .	-2.09	0.15	GRAV (2.20)	-0.89	0.46	-1.95	-0.067	0.05125 .	-1.78	0.00
DES (2.53)	-1.7786	0.2814	-6.32	-0.05	5.8e-10 ***	-2.331	-1.22	DES (2.54)	-1.49	0.23	-6.65	-0.22	7.9e-11 ***	-1.93	-1.05
MSF (3.36)	-0.2117	0.1058	-2.00	-0.08	0.04592 *	-0.42	-0.01	MSF (3.36)	-0.17	0.09	-2.00	-0.07	0.04588 *	-0.33	-0.00
CLX 2.20	-0.1943	-0.1943	-2.30	-0.07	0.02184 *	-0.36	-0.03	CLX (2.20)	-0.12	0.07	-1.66	-0.050	0.09781 .	-0.24	0.02

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela 5 - Resumo dos modelos lineares

	Portuguese	Math
F-statistic:	212 on 9	189.4 on 9
Multiple R-squared:	0.792	0.773
Adjusted R-squared:	0.788	0.769
DF	500	500
p-value	< 2.2e-16	<2e-16

Figura 11 - Distância de Cook's dos modelos de matemática e língua portuguesa

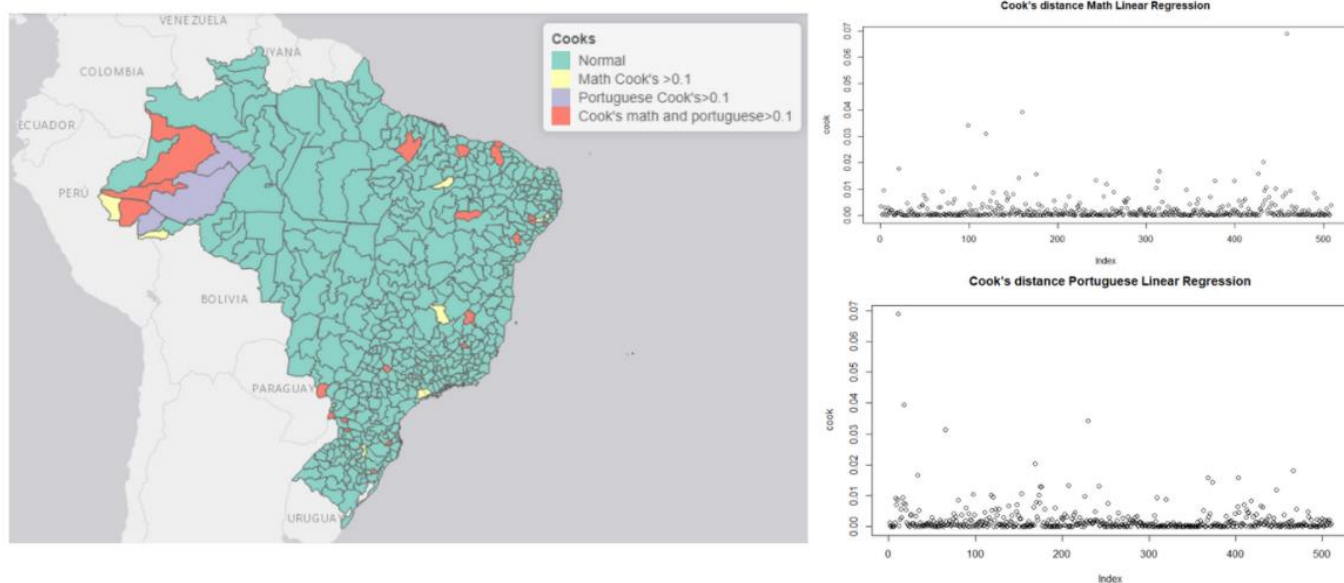
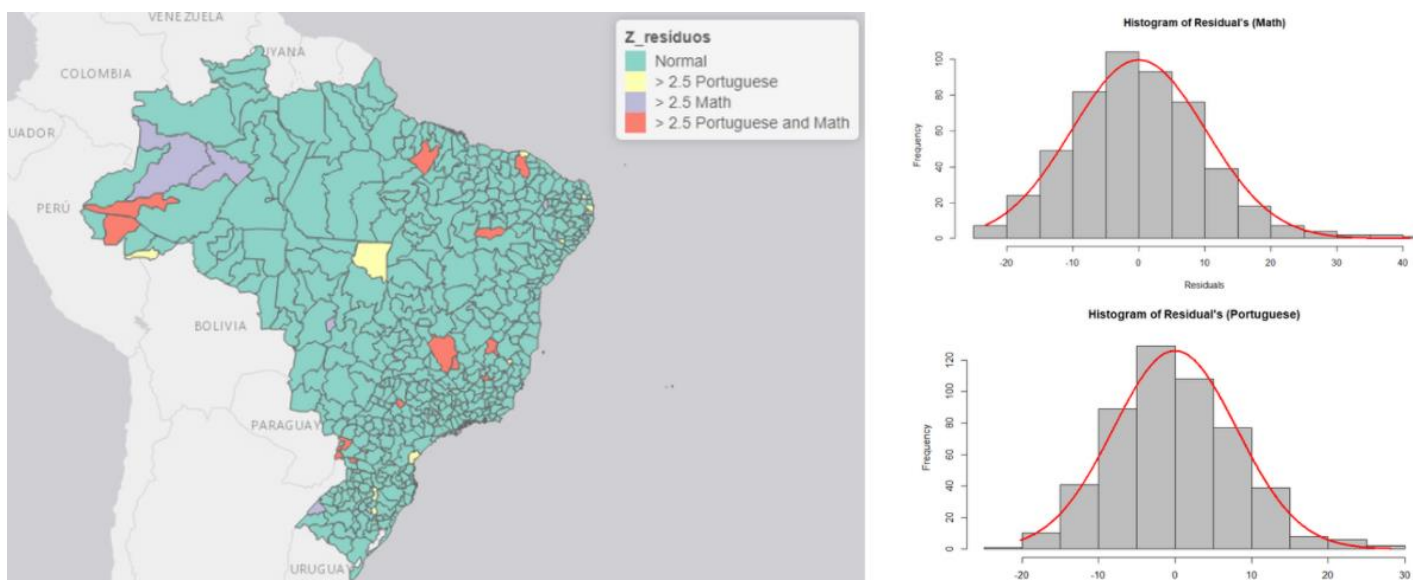


Figura 12 - Z.Resíduos padronizados e distribuição dos resíduos das regressões



Os dados apresentados pelos modelos lineares indicam força de preditores renda, trabalho mas, sobretudo, aqueles ligados à expectativa de vida. A eliminação do preditor mortalidade infantil pode ser explicada pela elevada correlação com os preditores de longevidade dentro destes modelos. A expectativa de vida exerceu influências expressivas próximas a meio desvio padrão, tanto para a Matemática ($\beta(\text{MT}) = 0.45$; 95% [IC = 3.25, - 4.21]), quanto para a Língua Portuguesa ($\beta(\text{LP}) = 0.50$); 95% [IC = 3.16, - 4.24]) sobre as variáveis desfecho. Do ponto de vista econômico e de trabalho, os indicadores de gini ($\beta(\text{MT}) = -0.10$; 95% [IC = -69.79, - -18.33]), ($\beta(\text{LP}) = -0.07$) 95% [IC = -44.98, - 4.07]), desemprego ($\beta(\text{MT}) = -0.21$; 95% [IC = -2.331, - -1.22]), ($\beta(\text{LP}) = 0.22$) 95% [IC = -1.93, - 1.05]) e trabalho na infância ($\beta(\text{MT}) = -0.08$; 95% [IC = -0.60, - -0.10]), ($\beta(\text{LP}) = -0.09$) 95% [IC = -0.542, - 0.15]) também demonstraram efeitos significativos.

As variáveis homicídios (MT [IC = -0.19, -0.04]; LP[IC = -0.13, -0.01]), mãe sem fundamental (MT[IC = -0.42, -0.01]; LP [IC = -0.33, -0.00]) e coleta de lixo (MT[IC = 0.36, 0.03]) obtiveram intervalo de confiança próximos de zero indicando menor poder explicativo destas variáveis dos preditores de desempenho acadêmico ainda que obtenham valor de significância. Através do indicador VIF, é possível afirmar que nenhuma das variáveis independentes excedeu o valor 4.

Considerando que os resultados da distância de Cook's e resíduos padronizados indicaram a influência desproporcional de alguns casos nos modelos lineares, na próxima seção serão analisados os efeitos das variáveis predictoras no desempenho através de um modelo que permite estabelecer relações não lineares entre as variáveis.

III) Efeito dos Indicadores De Vulnerabilidade Sobre o Desempenho Acadêmico Através de Árvores de Regressão

Através de árvores de regressão usando CART, foram analisados os efeitos dos preditores sobre os desfechos. No modelo CART, as variáveis são selecionadas com base no ganho de complexidade do modelo. As figuras 13 e 14 analisam os desempenhos das disciplinas de Matemática e português. Para interpretá-las devemos começar pelo nó raiz, de cima para baixo, dividindo a pontuação dos escores. O número superior dentro dos círculos indica o desempenho acadêmico em cada folha. Na parte inferior, é possível identificar a porcentagem de alunos que pertencem ao conjunto.

Através dos modelos apresentados é possível identificar que as árvores de Português e Matemática encontraram poderes explicativos próximos e ligeiramente superiores aos modelos lineares. Nestes modelos, a mortalidade infantil aparece como um preditor significativo em todos as árvores.

De acordo com o modelo de árvore da matemática ($R^2 = 0.797$), o nó raiz foi representado pela expectativa de vida de modo que uma expectativa inferior à 73.18 promoveria perda de 20.8 pontos ($\sigma = 0,97$). Neste grupo, possuir mortalidade infantil maior ou igual a 27.27 implicaria na queda da média em 8.9 pontos (176.5). No grupo com mortalidade infantil menor ou igual a 27.7, possuir desocupação da população menor ou igual a 10.99 além de uma expectativa de vida superior à 72.6 aumentaria o desempenho em 15.7 pontos.

Do outro lado da árvore da Matemática se situam as regiões com expectativa de vida superior à 73.18. Se menos de 2.04% da região com expectativa de vida mais alta possui água e esgoto inadequados ocorre um aumento do desempenho em 13.7 pontos. Neste grupo, o indicador de gini menor que 0.4958 implica também em um ganho de desempenho de 5.5 pontos. A desigualdade também aparece como uma variável capaz de influenciar um melhor desempenho regional de modo que nos grupos com água e esgoto inadequados superiores à 2.04, o coeficiente maior ou igual 0.5801 implica na perda de desempenho de 13.6 pontos (207.8-194.2).

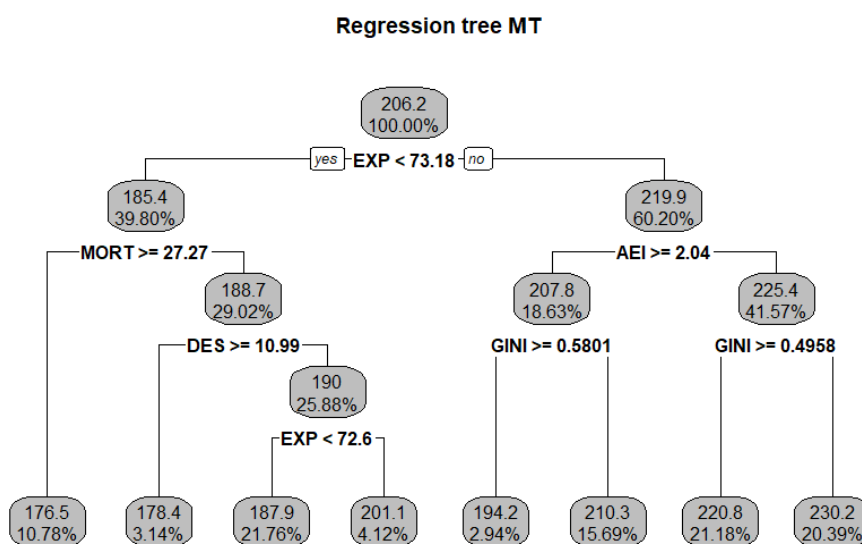
Os resultados indicam que as regiões que possuem melhor desempenho em matemática são as que em média possuem maior expectativa de vida (> 73.18), baixos problemas de água e esgoto inadequados ($\leq 2.04\%$) e baixa desigualdade econômica (coeficiente de Gini ≤ 0.4958). Estas características elevam o desempenho em 24 pontos do nó raiz (230,2–206,2), valor superior à um desvio padrão ($dp = 1,12$). Em contrapartida, indicadores mais baixos de expectativa de vida (< 73.18) e mais elevados de mortalidade infantil (≥ 176.5) produziram os piores escores de desempenho acadêmico ($dp = -1.39$). Na árvore da língua Portuguesa ($R^2 = 0.795$), o nó raiz se caracteriza pela expectativa de vida. Uma expectativa de vida inferior 73.18 anos e uma mortalidade infantil igual ou superior à 27.13 promovem os piores escores de desempenho acadêmico, com uma redução em 25.5 pontos ($dp = -1,06$). A expectativa de vida afeta também o desempenho dos que não habitam

regiões com mortalidade infantil igual ou superior à 27.13, de modo que uma expectativa igual ou superior 72.29 anos neste grupo aumenta o desempenho em 8.5 pontos.

Do outro lado da árvore da Língua Portuguesa, no grupo com expectativa de vida superior à 73.18 anos, a porcentagem de água e esgoto inadequado com valor igual ou inferior 2.662% e um coeficiente de gini menor que 0.4958 se associaram com um aumento do desempenho de 18.8 pontos ($dp = 1,06$) desde o nó raiz. Neste grupo, a elevação do coeficiente de Gini também promove a perda do desempenho acadêmico nos grupos com água e esgoto inadequados superiores (2.662) reduzindo o desempenho em 9.7 pontos.

Os dados apresentados pelas árvores de regressão dos modelos para Língua Portuguesa e Matemática indicam a importância de preditores econômicos, saneamento, saúde para o desempenho em Língua Portuguesa e Matemática e do trabalho para a Matemática.

Figura 13 - Árvore de Regressão da Matemática por Região



Legenda: EXP: Expectativa de Vida

MORT: Mortalidade Infantil por 100 mil

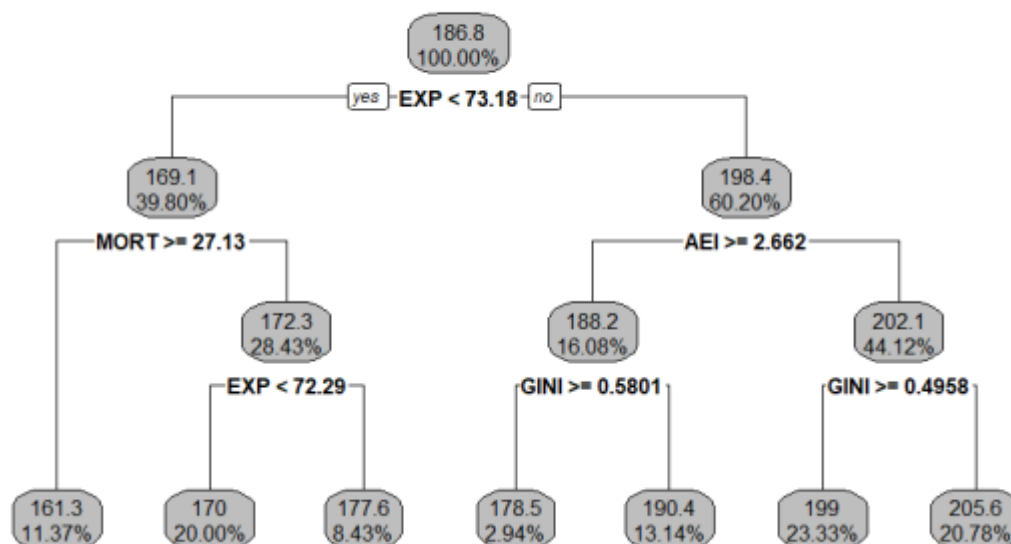
GINI: Coeficiente de Gini

AEI: Água e Esgoto Inadequados

DES: Desocupado acima de 18 anos

Figura 14 - Árvore de Regressão da Língua Portuguesa por Região

Regression tree Portuguese



Legenda: EXP: Expectativa de Vida

MORT: Mortalidade Infantil por 100 mil

GINI: Coeficiente de Gini

AEI: Água e Esgoto Inadequados

Através dos modelos de árvores é possível identificar forte influência de indicadores de vulnerabilidade na avaliação dos desfechos educacionais. Expectativa de vida, mortalidade infantil, água e esgoto inadequados e desigualdade, surgiram nas duas árvores de regressão na partição das duas formas de desempenho acadêmico. Na matemática é possível acrescentar ainda o preditor de desemprego. No lado das árvores com maior desempenho, a expectativa de vida, água e esgoto inadequados, e coeficiente de gini operam como os preditores responsáveis pelos maiores escores de desempenho na língua portuguesa e matemática. No lado das árvores com pior desempenho, a expectativa de vida e a mortalidade infantil operam como os principais preditores dos baixos desempenhos educacionais dos modelos.

Os resultados obtidos com as análises de árvore de regressão são consistentes com os resultados obtidos através da regressão linear, indicando que os indicadores de longevidade e desigualdade influenciam o desempenho acadêmico. Adicionalmente, os modelos de árvore de regressão identificaram ainda mortalidade infantil e água e esgoto inadequados como preditores significativos.

DISCUSSÃO

O presente trabalho teve por intuito testar o efeito de pressões seletivas (medidas por indicadores de vulnerabilidade) no desempenho escolar, testando a hipótese da história de vida acelerada na avaliação dos indicadores regionais de educação. Através dos modelos lineares e de árvore foram avaliados diferentes modelos obtendo resultados expressivos sobre o aprendizado (Regressão Linear = MT - $F(9, 500) = 189.4, p < 0,001; R^2_{\text{adjusted}} = 0.769$; LP - $F(9, 500) = , p < 0,001; R^2_{\text{adjusted}} = 0.788$) (Árvore de regressão = MT ($R^2 = 0.797$); LP ($R^2 = 0.795$)) em ambos tratamentos estatísticos. A proximidade dos resultados medidos por técnicas estatísticas independentes reforça a estabilidade dos achados do estudo.

Através destes resultados, foi possível constatar que os indicadores que avaliam o tempo da trajetória de vida, representando maior chance e tempo de sobrevivência, são os indicadores que mais influenciam a aquisição de habilidades cognitivas secundárias (Geary, 2012), medidas através dos indicadores de desempenho em Língua Portuguesa e Matemática. Em todos os modelos apresentados, a expectativa de vida apresentou-se como preditor que mais influenciou sobre o desempenho educacional.

Apesar da similaridade dos resultados, o uso de técnicas distintas apontou também para pequenas variações na seleção das variáveis significativas. A mortalidade infantil apareceu nos modelos de árvores atuando significativamente nos grupos com pior desempenho. Contudo, o preditor não apareceu nos modelos lineares através do critério *best-subset* usando os critérios de Akaike Information Criteria (AIC) e Mallows (Cp) que minimizaram sua influência no modelo final. Essa eliminação pode ser explicada pela estrutura dos modelos lineares onde a alta correlação pode reduzir o poder preditivo de uma variável.

Os preditores expectativa de vida, gini, desemprego e trabalho infantil demonstraram valores significativos nos modelos lineares quando analisamos os intervalos de confiança superiores a 0.05. Nos modelos de árvore de regressão, é possível acrescentar o efeito dos preditores de mortalidade infantil, água e esgoto inadequados em detrimento do trabalho na infância e desemprego (LP) que apareceram como significativos apenas nos modelos de regressão linear. Os resultados também indicaram que, mais do que a renda per capita, a desigualdade e condições básicas de saneamento (modelos de árvores) apareceram com influência no desempenho educacional. Nos modelos de árvore, a desigualdade e o saneamento operaram como um “porteiro”, impedindo o alcance dos maiores níveis de desempenho através de valores entre 2-3% de água e esgotos inadequados na região, e próximos à 0.5 do coeficiente de gini.

Estes resultados reforçam a importância de políticas atentas às desigualdades, combate à pobreza e orientadas para redução das condições infra estruturais de vulnerabilidade.

Os efeitos menos expressivos da variável renda per-capita não devem ser compreendidos rebaixando o preditor na avaliação de aspectos do desenvolvimento. Conforme demonstrado, fatores de risco, distribuídos ao longo de um território possuem uma elevada correlação. Condições precárias na saúde da infância podem refletir *proxies* de pobreza, baixa presença de políticas públicas orientadas à saúde, bem-estar da infância, além de preditores cognitivos.

Os dados dos modelos lineares e de árvore caminham na direção da teoria da história de vida acelerada. Eles indicam como ambientes com elevados níveis de pressão seletiva, representados pela morte precoce e pela expectativa de vida implicam na redução expressiva do desempenho escolar na região. Além destes fatores, a desigualdade e condições básicas de saneamento (modelos de árvores) restringiriam o acesso a níveis de desempenho mais elevados. Esse resultado é importante na medida em que os modelos de árvores indicam que o preditor de desigualdade e de acesso a recursos parecem atuar de forma mais incisiva nas regiões onde os indicadores de expectativa são maiores. Essa influência diferencial não é captada pelos modelos de regressão linear.

É possível listar três principais limitações neste trabalho: a) a correlação existente dentro de algumas variáveis preditoras; b) a presença de casos com forte influência sobre os modelos; c) ausência de preditores baseados em testes cognitivos.

No primeiro caso, embora os valores de VIF tenham sido considerados aceitáveis para os modelos lineares, estes valores refletem vieses. Estes cenários indicam como certos construtos de vulnerabilidade costumam associar-se com prejuízos no desempenho acadêmico (Lynn & Cheng, 2013; Carl, 2016; Daniele, 2020). Algumas abordagens do desenvolvimento tentam explicar como estas variáveis poderiam promover ou integrar as demais dentro de um modelo ou teoria (Belsky & Plues, 2009; Koller et. al. 2019). Investigá-las conjuntamente é necessário com intuito de medir e comparar o poder de suas influências.

Sobre a segunda limitação, a amostra do estudo é aplicada com uma amostra significativa da do território avaliado. Desta forma, é possível afirmar que a existência de *outliers* procede menos da escolha amostral do que da distribuição natural dos preditores coletados. Estes cenários reforçam a aplicação de modelos alternativos (como a árvore de regressão) em bancos de dados multivariados. Através dos resultados, pode-se afirmar que a aplicação de um modelo paramétrico e não paramétrico não forneceram diferenças drásticas no poder explicativo mas na relativa variação dos preditores capazes de influenciar os resultados.

Como terceira limitação, é possível afirmar a importância de preditores cognitivos no desempenho educacional (Flores-Mendoza et. al. 2015. O’Connell & Marks, 2022). Os resultados do presente estudo são igualmente compatíveis com pesquisas prévias que avaliam a inteligência como um importante preditor da mortalidade (Anstey & Sanden, 2006; Aichele, et. al 2015; Hemmingsson et. al. 2006). A existência de um fator g regendo habilidades cognitivas gerais (Geary, 2018) podem igualmente apontar para como a mortalidade infantil e a expectativa de vida, analisados nos modelos de árvores, atuam como os principais divisores das regiões com pior desempenho. Os resultados demonstraram que os indicadores de vulnerabilidade se revestem de grande poder explicativo na avaliação do desempenho acadêmico na ausência de uma amostra representativa da inteligência coletada ao longo de todas as regiões intermediárias do território nacional. Compreendendo que a interação entre aspectos inatos e ambientais operam em conjunto ao longo do desenvolvimento (Sauce & Matzel, 2018) afetando as diferenças na inteligência (Flynn, 2016), este estudo buscou avaliar o efeito das variáveis demográficas como complementares e não opostas aos aspectos dos desempenhos educacionais. A adesão da inteligência como preditor com o maior poder explicativo sobre o desempenho educacional, não elimina o papel adaptativo que as pressões seletivas exercem sobre o engajamento escolar.

Até onde se sabe, este é o primeiro estudo a testar empiricamente a teoria da história de vida acelerada, analisando através da teoria evolucionária um conjunto de preditores (renda, desigualdade, mortalidade infantil, expectativa de vida, trabalho na infância, homicídios, coleta de lixo, água e esgoto, gravidez na adolescência, desemprego e escolaridade materna) capazes de alterar o educacional de um vasto território (N=510) com elevada desigualdade. Estes achados reiteram a importância de estudos interdisciplinares e translacionais avaliando como indicadores distintos, provenientes de áreas complementares como sociodemográficos, econométricos e da saúde e bem estar interferem na avaliação do desempenho acadêmico (Simplício, et. al. 2020). Os resultados deste estudo apresentam direcionamentos para políticas públicas direcionadas à investigar e fornecer subsídios a indicadores de vulnerabilidade capazes de reduzir prejuízos no desempenho acadêmico.

REFERÊNCIAS

Abuya, B., Oketch, M., & Musyoka, P. (2013). Why do pupils dropout when education is “free”? Explaining school dropout among the urban poor in Nairobi. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 43(6), 740–762.
doi:10.1080/03057925.2012.707458

- Agasisti, T., & Cordero-Ferrera, J. M. (2013). Educational disparities across regions: A multilevel analysis for Italy and Spain. *Journal of Policy Modeling*, 35(6), 1079-1102.
- Aichele, S., Rabbitt, P., & Ghisletta, P. (2015). Life span decrements in fluid intelligence and processing speed predict mortality risk. *Psychology and Aging*, 30(3), 598–612. doi:10.1037/pag0000035
- Anstey, K. J., Mack, H. A., & von Sanden, C. (2006). The relationship between cognition and mortality in patients with stroke, coronary heart disease, or cancer. *European Psychologist*, 11, 182–195. <http://dx.doi.org/10.1027/1016-9040.11.3.182>
- Avvisati, F. (2020). The measure of socio-economic status in PISA: a review and some suggested improvements. *Large-scale Assess. Edu.* 8, 8. doi:10.1186/s40536-020-00086-x
- Bai, Z., Choi, K. P., & Fujikoshi, Y. (2018). Consistency of AIC and BIC in estimating the number of significant components in high-dimensional principal component analysis. *The Annals of Statistics*, 46(3), 1050-1076.
- Batty, G. D., Deary, I. J., & Gottfredson, L. S. (2007). Premorbid (early life) IQ and Later Mortality Risk: Systematic Review. *Annals of Epidemiology*, 17(4), 278–288. doi:10.1016/j.annepidem.2006.07.010
- Beddington, J., Cooper, C. L., Field, J., Goswami, U., Huppert, F. A., Jenkins, R., ... & Thomas, S. M. (2008). The mental wealth of nations. *Nature*, 455(7216), 1057-1060.
- Belsky, J., & Pluess, M. (2009). Beyond diathesis stress: Differential susceptibility to environmental influences. *Psychological Bulletin*, 135(6), 885–908. doi:10.1037/a0017376
- Belsky, J., Caspi, A., Moffitt, T. E., & Poulton, R. (2020). *The origins of you: How childhood shapes later life*. Harvard University Press
- Blodgett, C., & Lanigan, J. D. (2018). The association between adverse childhood experience (ACE) and school success in elementary school children. *School Psychology Quarterly*, 33(1), 137.
- Bloome, D., Dyer, S., & Zhou, X. (2018). Educational Inequality, Educational Expansion, and Intergenerational Income Persistence in the United States. *American Sociological Review*, 000312241880937. doi:10.1177/0003122418809374
- Boisbunon, A., Canu, S., Fourdrinier, D., Strawderman, W., & Wells, M. T. (2014). Akaike's information criterion, Cp and estimators of loss for elliptically symmetric distributions. *International Statistical Review*, 82(3), 422-439.
- Boisbunon, A., Canu, S., Fourdrinier, D., Strawderman, W., & Wells, M. T. (2013). AIC, Cp and estimators of loss for elliptically symmetric distributions. arXiv preprint arXiv:1308.2766.
- Boullier, M., & Blair, M. (2018). Adverse childhood experiences. *Pediatrics and Child Health*, 28(3), 132–137. doi:10.1016/j.paed.2017.12.008

- Breen, R., & Karlson, K. B. (2014). Education and social mobility: New analytical approaches. *European Sociological Review*, 30(1), 107-118.
- Breiman, L., Friedman, J. H., Olshen, R. A., & Stone, C. J. (1984). *Classification and regression trees*. New York: Chapman & Hall/CRC
- Bronfenbrenner, U. (1976). The experimental ecology of education. *Educational researcher*, 5(9), 5-15.
- Bronfenbrenner, U. 1979. *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Burdick-Will, J. (2018). Neighborhood violence, peer effects, and academic achievement in Chicago. *Sociology of education*, 91(3), 205-223.
- Burhan, N. A. S., Yunus, M. M., Tovar, M. E. L., & Burhan, N. M. G. (2017). Why are cognitive abilities of children so different across countries? The link between major socioeconomic factors and PISA test scores. *Personality and Individual Differences*, 105, 95-106.
- Buss, D. M., & Von Hippel, W. (2018). Psychological barriers to evolutionary psychology: Ideological bias and coalitional adaptations. *Archives of Scientific Psychology*, 6(1), 148.
- Carl, N. (2016). IQ and socioeconomic development across regions of the UK. *Journal of Biosocial Science*, 48(3), 406-417.
- Canavarro, M. C., Silva, N., Diniz, E., Pereira, M., Koller, S. H., & Pires, R. (2020). Sociodemographic, sexual, and reproductive variables associated with pregnancy among adolescents from low socioeconomic background. *Journal of Community Psychology*. doi:10.1002/jcop.22364
- Carneiro, P., Meghir, C., & Parys, M. (2013). Maternal education, home environments, and the development of children and adolescents. *Journal of the European Economic Association*, 11(suppl_1), 123-160.
- Caspi, A. (2002). Role of Genotype in the Cycle of Violence in Maltreated Children. *Science*, 297(5582), 851-854. doi:10.1126/science.1072290
- Cavanaugh, J. E., & Neath, A. A. (2019). The Akaike information criterion: Background, derivation, properties, application, interpretation, and refinements. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 11(3), e1460.
- Chen, J., Zhang, Y., Wei, Y., & Hu, J. (2019). Discrimination of the Contextual Features of Top Performers in Scientific Literacy Using a Machine Learning Approach. *Research in Science Education*. doi:10.1007/s11165-019-9835-y
- Chisholm, J. S., & Burbank, V. K. (2001). Evolution and inequality. *International Journal of Epidemiology*, 30(2), 206-211.

- Colom, R., & Flores-Mendoza, C. E. (2007). Intelligence predicts scholastic achievement irrespective of SES factors: Evidence from Brazil. *Intelligence*, 35(3), 243–251. doi:10.1016/j.intell.2006.07.008
- Cook, R. D., & Weisberg, S. (1982). *Residuals and influence in regression*. New York: Chapman & Hall
- Cucina, J. M., Peyton, S. T., Su, C., & Byle, K. A. (2016). Role of mental abilities and mental tests in explaining high-school grades. *Intelligence*, 54, 90-104.
- Curi, A. Z., & Menezes-Filho, N. (2014). The relationship between school performance and future wages in Brazil. *Economia*, 15(3), 261-274.
- Daly, M. (2020). Evolutionary psychology and inequality. *Evolutionary Behavioral Sciences*, 14(4), 324–328. <https://doi.org/10.1037/ebs0000209>
- Das, J., Singh, A., & Chang, A. Y. (2022). Test scores and educational opportunities: Panel evidence from five low-and middle-income countries. *Journal of Public Economics*, 206, 104570.
- Daniele, V. (2020). Socioeconomic inequality and regional disparities in educational achievement: The role of relative poverty. *Intelligence*, 84, 101515.
- Delaney-Black, V., Covington, C., Ondersma, S. J., Nordstrom-Klee, B., Templin, T., Ager, J., ... & Sokol, R. J. (2002). Violence exposure, trauma, and IQ and/or reading deficits among urban children. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 156(3), 280-285.
- Deary, I. J., Penke, L., & Johnson, W. (2010). The neuroscience of human intelligence differences. *Nature reviews neuroscience*, 11(3), 201-211.
- Deary, I. J., Weiss, A., & Batty, G. D. (2010). Intelligence and personality as predictors of illness and death: How researchers in differential psychology and chronic disease epidemiology are collaborating to understand and address health inequalities. *Psychological Science in the Public Interest*, 11, 53–79. <http://dx.doi.org/10.1177/1529100610387081>
- Del Giudice; Bruce J. Ellis; Elizabeth A. Shirtcliff (2011). The Adaptive Calibration Model of stress responsivity. , 35(7), 1562–1592. doi:10.1016/j.neubiorev.2010.11.007
- Eriksson, M. (2011). Social capital and health—implications for health promotion. *Global health action*, 4(1), 5611
- Fávero, L. P., & Belfiore, P. (2019). *Data science for business and decision making*. Academic Press.
- Ferreira, F. H. G., & Gignoux, J. (2013). The Measurement of Educational Inequality: Achievement and Opportunity1. *The World Bank Economic Review*, 28(2), 210–246. doi:10.1093/wber/lht004
- Field, A., Miles, J., & Field, Z. (2012). *Discovering statistics using R*.

- Finkelhor, David; Turner, Heather A.; Shattuck, Anne; Hamby, Sherry L. (2013). Violence, Crime, and Abuse Exposure in a National Sample of Children and Youth. *JAMA Pediatrics*, 167(7), 614–. doi:10.1001/jamapediatrics.2013.42
- Fiscella, K., & Kitzman, H. (2009). Disparities in Academic Achievement and Health: The Intersection of Child Education and Health Policy. *PEDIATRICS*, 123(3), 1073–1080. doi:10.1542/peds.2008-0533
- Flores-Mendoza C, Ardila R, Gallegos M and Reategui-Colareta N (2021) General Intelligence and Socioeconomic Status as Strong Predictors of Student Performance in Latin American Schools: Evidence From PISA Items. *Front. Educ.* 6:632289. doi: 10.3389/educ.2021.632289
- Flores-Mendoza, C., Mansur-Alves, M., Ardila, R., Rosas, R. D., Guerrero-Leiva, M. K., Maqueo, M. E. L. G., ... & León, A. B. (2015). Fluid intelligence and school performance and its relationship with social variables in Latin American samples. *Intelligence*, 49, 66-83.
- Flynn, James R. 2016. *Does Your Family Make you Smarter? Nature, Nurture, and Human Autonomy*. Cambridge: Cambridge University Press
- Fuerst, J., & Kirkegaard, E. O. (2016). Admixture in the Americas: Regional and national differences. *Mankind Quarterly*, 56(3), 255.
- Frankena, W. K. (1939). The naturalistic fallacy. *Mind*, 48(192), 464-477.
- Fry, D., Fang, X., Elliott, S., Casey, T., Zheng, X., Li, J., ... & McCluskey, G. (2017). The relationships between violence in childhood and educational outcomes: A global systematic review and meta-analysis. *Child abuse & neglect*, 75, 6-28.
- Gale, C. R., Batty, G. D., Tynelius, P., Deary, I. J., & Rasmussen, F. (2010). Intelligence in early adulthood and subsequent hospitalisation and admission rates for the whole range of mental disorders: Longitudinal study of 1,049,663 men. *Epidemiology*, 21(1), 70–77
- Geary, D. C. (2012). Evolutionary educational psychology.
- Geary, D. C. (2018). Efficiency of mitochondrial functioning as the fundamental biological mechanism of general intelligence (g). *Psychological Review*, 125(6), 1028.
- Geary, D. C. (2020). Mitochondrial Functions, Cognition, and the Evolution of Intelligence: Reply to Commentaries and Moving Forward. *Journal of Intelligence*, 8(4), 42.
- Gomes, C. M. A., Lemos, G. C., & Jelihovschi, E. G. (2020). Comparing the predictive power of the CART and CTREE algorithms. *Avaliação Psicológica*, 19(1), 87-96.
- Gomes, C. M. A., Lemos, G. C., & Jelihovschi, E. G. (2021). The reasons why the Regression Tree Method is more suitable than General Linear Model to analyze complex educational datasets: The reasons why the Regression Tree Method is more suitable than General Linear Model to analyze complex educational datasets. *Revista Portuguesa de Educação*, 34(2), 42-63.

- Gomes, C. M. A., & Almeida, L. S. (2017). Advocating the broad use of the decision tree method in Education. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 22(10), 1-10.
- Griskevicius, V., Delton, A. W., Robertson, T. E., & Tybur, J. M. (2011). Environmental contingency in life history strategies: The influence of mortality and socioeconomic status on reproductive timing. *Journal of Personality and Social Psychology*, 100(2), 241–254. <https://doi.org/10.1037/a0021082>
- Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2), 139–152. doi:10.2753/mtp1069-6679190202
- Hebbali, À. (2017) Package ‘olsrr’. <https://github.com/rsquaredacademy/olsrr>
- Hemmingsson, T., Melin, B., Allebeck, P., & Lundberg, I. (2006). The association between cognitive ability measured at ages 18–20 and mortality during 30 years of follow-up—a prospective observational study among Swedish males born 1949–51. *International Journal of Epidemiology*, 35(3), 665–670. doi:10.1093/ije/dyi321
- Holland, J. H. (1992). Complex adaptive systems. *Daedalus*, 121(1), 17-30.
- Hosmer Jr, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). *Applied logistic regression*. John Wiley & Sons.
- IBGE (2017) Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediadas e Regiões Geográficas Intermediárias 2017. Retrieved From: https://www.ibge.gov.br/apps/regioes_geograficas/#/home accessed in: 28/01/2022
- IVS, (2016). Mapa do Índice de Vulnerabilidade Social. Retrieved From: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/mapa> accessed in: 28/01/2022
- Loh, W.-Y. (2014). Fifty Years of Classification and Regression Trees. *International Statistical Review*, 82(3), 329–348. doi:10.1111/insr.12016
- Mayr, E. (1996) The autonomy of biology: the position of biology among the sciences. *Q Rev Biol* 71:97–106
- Mayr, E. (2004) *What makes biology unique: considerations of the autonomy of a scientific discipline*. Harvard University Press, Cambridge
- Parsons, S., & Bynner, J. (2005). Does numeracy matter more?.
- Kanazawa, S. (2010). Evolutionary psychology and intelligence research. *American Psychologist*, 65(4), 279.
- Kannan, K. S., & Manoj, K. (2015). Outlier detection in multivariate data. *Applied Mathematical Sciences*, 47(9), 2317-2324.
- Kirkland, K., Jetten, J., Wilks, M., & Nielsen, M. (2021). How economic inequality affects prosocial behavior in children across development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 210, 105202. doi:10.1016/j.jecp.2021.105202

Koller, S. H., Paludo, S. S., & Morais, N. A. (2019). *Ecological engagement: Urie Bronfenbrenner's method to study human development*. Cham, Switzerland: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-27905-9>

Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., & Li, W. (2005). *Applied linear statistical models* (5th ed.). McGraw-Hill.

Liu, N., Wen, S. W., Katherine, W., Bottomley, J., Yang, Q., & Walker, M. C. (2010). Neighbourhood Family Income and Adverse Birth Outcomes Among Singleton Deliveries. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*, 32(11), 1042–1048. doi:10.1016/s1701-2163(16)34711-9

Liu, J., Peng, P., & Luo, L. (2020). The relation between family socioeconomic status and academic achievement in China: a meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 49-76.

Lynn, R., Vanhanen, T., & Stuart, M. (2002). *IQ and the wealth of nations*. Greenwood Publishing Group.

Lynn, R., & Vanhanen, T. (2006). *IQ and global inequality*. Washington Summit Publishers.

Lynn, R., & Cheng, H. (2013). Differences in intelligence across thirty-one regions of China and their economic and demographic correlates. *Intelligence*, 41(5), 553-559.

Lynn, R., Antonelli-Ponti, M., Mazzei, R. F., Da Silva, J. A., & Meisenberg, G. (2017). Differences in intelligence and socio-economic outcomes across the twenty seven states of Brazil. *Mankind Quarterly*, 57(4).

Lynn, R., Fuerst, J., & Kirkegaard, E. O. (2018). Regional differences in intelligence in 22 countries and their economic, social and demographic correlates: A review. *Intelligence*, 69, 24-36.

Narzetti, D. A., & Marques, R. C. (2020). Models of subsidies for water and sanitation services for vulnerable people in South American Countries: lessons for Brazil. *Water*, 12(7), 1976.

Magnuson, K. (2007). Maternal education and children's academic achievement during middle childhood. *Developmental Psychology*, 43(6), 1497–1512. doi:10.1037/0012-1649.43.6.1497

Marioni, R. E., Ritchie, S. J., Joshi, P. K., Hagenaars, S. P., Okbay, A., ... Fischer, K. (2016). Genetic variants linked to education predict longevity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(47), 13366–13371. doi:10.1073/pnas.1605334113

Marteletto, L., & Andrade, F. (2014). The educational achievement of Brazilian adolescents: Cultural capital and the interaction between families and schools. *Sociology of Education*, 87(1), 16-35.

McLaughlin, K. A., Weissman, D., & Bitrán, D. (2019). Childhood adversity and neural development: a systematic review. *Annual review of developmental psychology*, 1, 277-312.

Mendenhall, W., Sincich, T., & Boudreau, N. S. (2020). *A second course in statistics: regression analysis 8.ed.* Pearson

Mensch, B. S., Chuang, E. K., Melnikas, A. J., & Psaki, S. R. (2019). Evidence for causal links between education and maternal and child health: systematic review. *Tropical Medicine & International Health*, 24(5), 504-522.

Noble, K. G., Houston, S. M., Brito, N. H., Bartsch, H., Kan, E., Kuperman, J. M., Akshoomoff, N., Amaral, D. G., Bloss, C. S., Libiger, O., Schork, N. J., Murray, S. S., Casey, B. J., Chang, L., Ernst, T. M., Frazier, J. A., Gruen, J. R., Kennedy, D. N., Van Zijl, P., Mostofsky, S., ... Sowell, E. R. (2015). Family income, parental education and brain structure in children and adolescents. *Nature neuroscience*, 18(5), 773–778.
<https://doi.org/10.1038/nn.3983>

Newson, L., & Richerson, P. J. (2009). Why do people become modern? A Darwinian explanation. *Population and Development Review*, 35(1), 117-158.

O'Connell, M., & Marks, G. N. (2022). Cognitive ability and conscientiousness are more important than SES for educational attainment: An analysis of the UK Millennium Cohort Study. *Personality and Individual Differences*, 188, 111471.

OECD (2019), *PISA 2018 Results (Volume I): Programme for International Student Assessment (PISA)* OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>

OECD (2020), *PISA 2018 Results (Volume IV): Are Students Smart about Money?*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/48ebd1ba-en>.

OECD (2021), *Education at a Glance 2021: OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/b35a14e5-en>.

Park, S., & Weng, W. (2020). The Relationship Between ICT-Related Factors and Student Academic Achievement and the Moderating Effect of Country Economic Indexes Across 39 Countries: Using Multilevel Structural Equation Modelling. *Educational Technology & Society*, 23 (3), 1–15.

Pho, K. H., Ly, S., Ly, S., & Lukusa, T. M. (2019). Comparison among Akaike Information Criterion, Bayesian information criterion and Vuong's test in model selection: a case study of violated speed regulation in Taiwan. *Journal of Advanced Engineering and Computation*, 3(1), 293-303.

Poulton, R., Caspi, A., Milne, B. J., Thomson, W. M., Taylor, A., Sears, M. R., & Moffitt, T. E. (2002). Association between children's experience of socioeconomic disadvantage and adult health: A life-course study. *The Lancet*, 360, 1640–1645.

R Core Team (2017). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.R-project.org>

Sauce, B., & Matzel, L. D. (2018). The paradox of intelligence: Heritability and malleability coexist in hidden gene-environment interplay. *Psychological bulletin*, 144(1), 26.

Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *The annals of statistics*, 461-464.

Ribeiro, L., & Diniz, A. M. (2020). The flow of murder cases through the criminal justice system in a Brazilian city. *Homicide studies*, 24(3), 242-267.

Samara, M.; Da Silva Nascimento, B.; El-Asam, A.; Hammuda, S.; Khattab, N. How Can Bullying Victimization Lead to Lower Academic Achievement? A Systematic Review and MetaAnalysis of the Mediating Role of Cognitive-Motivational Factors. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 2209. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052209>

Silva-Laya, M., D'Angelo, N., García, E., Zúñiga, L., & Fernández, T. (2020). Urban poverty and education. A systematic literature review. *Educational Research Review*, 29, 100280.

South, S. C., Hamdi, N. R., & Krueger, R. F. (2017). Biometric modeling of gene-environment interplay: The intersection of theory and method and applications for social inequality. *Journal of personality*, 85(1), 22-37.

Shalev, I., Moffitt, T. E., Sugden, K., Williams, B., Houts, R. M., Danese, A., ... & Caspi, A. (2013). Exposure to violence during childhood is associated with telomere erosion from 5 to 10 years of age: a longitudinal study. *Molecular psychiatry*, 18(5), 576-581.

Singh, G. K., & Stella, M. Y. (2019). Infant mortality in the United States, 1915-2017: large social inequalities have persisted for over a century. *International Journal of Maternal and Child Health and AIDS*, 8(1), 19.

Silvestrin, S., Hirakata, V. N., da Silva, C. H., & Goldani, M. Z. (2020). Inequalities in birth weight and maternal education: a time-series study from 1996 to 2013 in Brazil. *Scientific Reports*, 10(1), 1-8.

Simplicio H, Gasteiger H, Dorneles BV, Grimes KR, Haase VG, Ruiz C, Liedtke FV and Moeller K (2020) Cognitive Research and Mathematics Education—How Can Basic Research Reach the Classroom? *Front. Psychol.* 11:773. doi: 10.3389/fpsyg.2020.00773

Sternberg, R. J. (2020). How mighty are the mitochondria in causing individual differences in intelligence?—Some questions for David Geary. *Journal of Intelligence*, 8(1), 13.

Szepeswol, Ohad; Simpson, Jeffrey A. (2018). Attachment within Life History Theory: An Evolutionary Perspective on Individual Differences in Attachment. *Current Opinion in Psychology*, (), S2352250X18300198-. doi:10.1016/j.copsyc.2018.03.005

The World Bank (2020) Data Bank. GDP current US. <https://data.worldbank.org/> accessed in: <https://databank.worldbank.org/home.aspx> accessed in:23/01/2022

The World Bank (2016) World Development Indicators. Income Share Held By lowest 10%, income share held by highest 10%, 2016. link: <https://data.worldbank.org/indicator/SI.DST.10TH.10?end=2019&start=1967&view=map>.

accessed in: 19/01/2022

Thorndike, R. L. (1951). Community variables as predictors of intelligence and academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 42(6), 321–338. doi:10.1037/h0054578

Tinbergen, N. (1963) On the aims and methods of ethology. *Z Tierpsychol* 20:410–433;

Tinbergen, N. (1972) *The animal in its world: explorations of an ethologist, 1932–1972: field studies*, vol 1. Harvard University Press, Cambridge

Therneau, T., Atkinson, B., Ripley, B., & Ripley, M. B. (2015). Package ‘rpart’. Available online: cran.ma.ic.ac.uk/web/packages/rpart/rpart.pdf.

Tops, M. (2014). Slow life history strategies and slow updating of internal models: The examples of conscientiousness and obsessive-compulsive disorder. *Psychological Inquiry*, 25(3-4), 376–384. <https://doi.org/10.1080/1047840X.2014.916194>

Tucker-Drob, E. M., & Harden, K. P. (2012). Learning motivation mediates gene-by-socioeconomic status interaction on mathematics achievement in early childhood. *Learning and Individual Differences*, 22(1), 37-45.

Turecki, G., & Meaney, M. J. (2016). Effects of the social environment and stress on glucocorticoid receptor gene methylation: a systematic review. *Biological psychiatry*, 79(2), 87-96.

Uthman, O. A. (2009). Using extended concentration and achievement indices to study socioeconomic inequality in chronic childhood malnutrition: the case of Nigeria. *International journal for equity in health*, 8(1), 1-8.

Van de Werfhorst, H. G., & Mijs, J. J. B. (2010). Achievement Inequality and the Institutional Structure of Educational Systems: A Comparative Perspective. *Annual Review of Sociology*, 36(1), 407–428. doi:10.1146/annurev.soc.012809.1

Van der Linden, Dimitri; Dunkel, Curtis S.; Tops, Mattie; Hengartner, Michael P.; Petrou, Paraskevas (2018). Life history strategy and stress: An effect of stressful life events, coping strategies, or both?. *Personality and Individual Differences*, 135(), 277–285. doi:10.1016/j.paid.2018.07.024

Van Raalte, A. A., Kunst, A. E., Lundberg, O., Leinsalu, M., Martikainen, P., Artnik, B., ... & Mackenbach, J. P. (2012). The contribution of educational inequalities to lifespan variation. *Population Health Metrics*, 10(1), 1-10.

Victora, C. G., Aquino, E. M., do Carmo Leal, M., Monteiro, C. A., Barros, F. C., & Szwarcwald, C. L. (2011). Maternal and child health in Brazil: progress and challenges. *The lancet*, 377(9780), 1863-1876.

Vinha, L. G. D. A., Karino, C. A., & Laros, J. A. (2016). Factors associated with Mathematics performance in Brazilian basic education. *Psico-USF*, 21, 87-100.

Viola, T. W., Salum, G. A., Kluwe-Schiavon, B., Sanvicente-Vieira, B., Levandowski, M. L., & Grassi-Oliveira, R. (2016). The influence of geographical and economic factors in estimates of childhood abuse and neglect using the Childhood Trauma Questionnaire: A worldwide meta-regression analysis. *Child Abuse & Neglect*, 51, 1–11. doi:10.1016/j.chiabu.2015.11.019

Volk, T., & Atkinson, J. (2008). Is child death the crucible of human evolution?. *Journal of social, evolutionary, and cultural psychology*, 2(4), 247.

Volk, A. A., & Atkinson, J. A. (2013). Infant and child death in the human environment of evolutionary adaptation. *Evolution and Human Behavior*, 34(3), 182-192.

Wertz, J., Moffitt, T. E., Agnew-Blais, J., Arseneault, L., Belsky, D. W., Corcoran, D. L., ... & Caspi, A. (2020). Using DNA from mothers and children to study parental investment in children's educational attainment. *Child development*, 91(5), 1745-1761.

Wu, X., Kumar, V., Quinlan, J. R., Ghosh, J., Yang, Q., Motoda, H., ... & Steinberg, D. (2008). Top 10 algorithms in data mining. *Knowledge and information systems*, 14(1), 1-37.

Zajacova, A., Hummer, R. A., & Rogers, R. G. (2012). Education and Health among U.S. Working-Age Adults: A Detailed Portrait across the Full Educational Attainment Spectrum. *Biodemography and Social Biology*, 58(1), 40–61. doi:10.1080/19485565.2012.666122

Zhang, Z. (2016). Variable selection with stepwise and best subset approaches. *Annals of translational medicine*, 4(7).

Capítulo 5 - O desempenho da matemática é mais afetado no início do que no final da educação básica por vulnerabilidade social medida no nível do município: um estudo populacional

Henrique Simplício, Bernardo Schotgues, Emanuelle Oliveira, Braulio Silva, Guilherme Wood, Vitor Geraldi Haase.

INTRODUÇÃO

O desempenho matemático constitui um dos aspectos chave do desenvolvimento da sociedade na era moderna. No longo prazo, o baixo desempenho na disciplina está associado a uma série de efeitos deletérios que incluem diminuição da produção de riqueza (Beddington et. al, 2008), baixa possibilidade de ingresso no mercado de trabalho (Parsons e Bynner, 1997), além de problemas de saúde (Woloshin, et. al, 2001) incluindo psicopatologias (Auerbach et. al., 2008). No mundo globalizado, altamente dependente de ferramentas computacionais, a avaliação de

fenômenos capazes de reduzir o desempenho da matemática influem diretamente sobre o acesso à riqueza dos indivíduos (Ritchie & Bates, 2013).

Diferentes teorias convergem sobre como o desempenho escolar, incluindo o da matemática, podem ser afetados por fenômenos externos. Ainda que com referenciais notoriamente distintos, a teoria evolutiva e a pesquisa educacional têm apontado para os riscos de experiências adversas ao longo do desenvolvimento com potenciais efeitos sobre o aprendizado. Segundo a perspectiva evolutiva, baseada na teoria da trajetória de vida, condições como baixa quantidade de recursos, desigualdade e instabilidade promovem alterações na rota de desenvolvimento (Volk, & Atkinson, 2013; Belsky, 2020). Quando indivíduos são submetidos a circunstâncias adversas e de instabilidade, há grande suscetibilidade de mudanças comportamentais (Szepeswol & Simpson, 2018; Top, 2014). Estas mudanças afetam atividades que demandam engajamentos de longo prazo (Kim Hill, 1993), como as habilidades cognitivas secundárias, responsáveis pelo aprendizado de parte significativa dos conteúdos da matemática (Geary, 2012). Segundo a Teoria da trajetória de vida, ambientes vulneráveis podem promover estratégias adaptativas que desestimulam investimentos cognitivos de longo prazo como o educacional (Del Giudice, et. al. 2016; Van der Linden et. al., 2018).

Mais recentemente, as neurociências têm avaliado como circunstâncias estressantes (Turecki e Meaney, 2016), baixo poder aquisitivo (Noble et. al. 2015) e ausência de recursos primários (Black, et. al., 2017) têm sido associados a alteração de regiões responsáveis pela coordenação da cognição. Estes resultados têm sido apresentados com potenciais efeitos sobre a redução do desempenho educacional (Noble & Gieber, 2020).

Com um referencial teórico mais próximo das ciências econômicas e sociais, a pesquisa educacional avaliou igualmente os problemas proporcionados por circunstâncias adversas de vulnerabilidade. Aspectos socioeconômicos bem como indicadores de vulnerabilidades têm sido apontados através de seus potenciais efeitos de aumento e prejuízo do desempenho escolar (Stone, 2007; Zhang, et. al. 2020). Ao longo do último século, aspectos como baixa educação familiar (Carneiro, et. al., 2012 Assari & Bazargan, 2019), maus-tratos (Kiesel et. al. 2016), não realização de exercícios (Kitsantas, et. al. 2011), reprovação (Goos et. al. 2021), ingresso precoce no mercado de trabalho (Cervini, 2015) e acesso a oportunidades educacionais (Salza, 2022), tipo de escola (Gomes, et. al., 2021) foram apontados como alguns dos indicadores capazes de gerar prejuízos no desempenho educacional.

Com raras exceções, dificilmente as perspectivas evolutivas e educacionais têm sido avaliadas com referenciais empíricos complementares no estudo de experiências capazes de promover

prejuízos no desempenho escolar. Estas perspectivas demonstram convergências na avaliação de como territórios podem atuar desigualmente na avaliação de desfechos educacionais.

Ao avaliar os aspectos territoriais capazes de incidir sobre o desempenho, algumas regiões parecem pender com maior desigualdade sobre o desempenho comparativamente a outras. Na América Latina, a redução do desempenho acadêmico possui o agravante da elevada desigualdade na região (Marteleto, et. al, 2012). Desde a primeira metade do século XX, aponta-se para o efeito de variáveis macroeconômicas exercendo fortes influências nos indicadores educacionais latino-americanos (Torche, 2010). Países como o Brasil têm sido diretamente afetados por estes indicadores, principalmente os que avaliam a concentração de recursos (World Bank, 2016; OECD, 2020).

Embora o Brasil obtenha uma participação significativa na economia mundial (World Bank, 2020), o desempenho educacional do país em testes internacionais como o PISA aponta para desafios e obstáculos de uma sociedade pré-moderna. Uma parte importante dos estudantes brasileiros se encontram nos níveis mais baixos de desempenho da matemática. Mais de um quarto dos estudantes brasileiros (43%) pontuaram no nível mais baixo de proficiência (nível 2) em todas as áreas avaliadas pelo PISA. Na matemática, apenas 1% dos estudantes do país pontuaram no nível 5 ou acima, valor inferior aos 11% da média dos países da OCDE (OECD,2019).

Através de distintas dimensões territoriais, pesquisas pregressas usaram dados educacionais como preditores de desenvolvimento. Países (Burhan, et. al. 2017; Lynn, 2002), estados (Lynn et. al, 2017), regiões (Daniele, 2020), escola (Marteleto & Andrade,2014) e bairros (Burdick-Will, 2018) foram algumas das demarcações avaliadas. Um dos limites territoriais que nem sempre recebeu destaque na avaliação do desempenho foram os municípios.

Ao longo de aproximadamente 8.5 milhões de quilômetros quadrados do território brasileiro, é possível identificar uma grande variabilidade sociodemográfica intermunicipal do país. Parte dessa variabilidade é reflexo de uma grande desigualdade que afeta diretamente indicadores de desenvolvimento (Boing et. al, 2019). Para mensurar o efeito de vulnerabilidades distribuídas ao longo do território brasileiro, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) buscou integrar o efeito de diferentes indicadores sociais capazes de promover prejuízos nos municípios brasileiros. Através da reunião de 16 indicadores sociodemográficos, atuando desde a infraestrutura urbana, bem-estar, acesso à renda e emprego foi desenvolvido o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS). O IVS foi criado com intuito de ajudar a trazer informações sobre como o aprendizado do estudante é comprometido por indicadores gerais de vulnerabilidade dentro de um território.

Assumindo que a melhora no desempenho da matemática tem se associado a desfechos favoráveis de desenvolvimento, como o bem-estar e elevação da riqueza (Bruyne & Bruin, 2021), o presente trabalho tem por intuito avaliar o efeito dos aspectos sociodemográficos e de vulnerabilidade capazes de afetar o desempenho na disciplina em diferentes momentos da educação básica. Para tanto, adotamos um referencial que busca integrar os modelos evolutivos, da neurociência e da pesquisa educacional com intuito de avaliar, dentre dezenas de indicadores qual os mais capazes de explicar o desempenho matemático. Ao todo, foram analisados 3 anos escolares da educação básica no país: o quinto, nonos anos do ensino fundamental e o terceiro ano do ensino médio.

Para avaliar os indicadores sociodemográficos e os de desempenho da matemática foi adotado o principal instrumento de avaliação da educação básica nacional, o SAEB (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica). O questionário do SAEB fornece dezenas de indicadores para cada um dos anos listados na análise. Estes indicadores fornecem informações sobre o estudante, família, tipo de escola e professores.

Como forma de avaliar o efeito de vulnerabilidade no desempenho acadêmico adotamos o IVS. Para comparar o efeito de vulnerabilidade ao longo dos anos escolares, adotamos um banco de dados que fornece uma amostra representativa do território brasileiro.

Para analisar cada os resultados do desempenho matemático, através de uma grande quantidade de preditores aplicamos o algoritmo CART capaz de lidar conjuntamente com uma grande quantidade de variáveis numéricas e escalares fornecidos pela amostra.

MÉTODOS

CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Os dados usados neste estudo são secundários, obtidos através de instituições públicas governamentais respeitando as considerações éticas previstas na legislação do país. Para obtenção dos resultados, foram consultados os bancos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Estes dados foram obtidos através dos portais: IVS (<http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/>) e INEP (<https://www.gov.br/inep/pt-br>).

PARTICIPANTES

Como modo de investigar como aspectos socioeconômicos e de vulnerabilidade afetam o desempenho escolar, analisamos os resultados de desempenho de uma amostra representativa dos estudantes brasileiros. Ao todo, foram analisados mais de 5 milhões (N = 5,398,001) de estudantes, incluindo quintos (N = 2,690,574), nonos (N = 2,604,638) e terceiros anos (N= 103,009) escolares. No Brasil, estudantes do quinto, nono e terceiro anos possuem idade escolar esperada quando cursam o ano escolar com respectivamente 10, 14 e 17 anos. O país convive com problemas educacionais que muitas vezes alteram esse período como evasão escolar, trabalho infantil, reprovação e abandono. De acordo com a amostra, 29% no quinto ano, 33% no nono e 27.40% no terceiro foram reprovados ao menos uma vez desde o início da educação básica. A tabela 6 resume as características da amostra em cada um dos anos de acordo com etnia, sexo, porcentagem de alunos reprovados ao menos uma vez desde o ensino fundamental, alunos cursando ano escolar em idade inadequada (%), população rural (%), mães com ensino superior completo (%), desempenho médio na matemática e o IVS. Conforme a tabela, o dado médio do desempenho da matemática mostrou-se crescente ao longo dos anos com uma maior variabilidade de desempenho no terceiro ano.

INDICADORES

Como forma de medir o desempenho acadêmico educacional dos estudantes, usamos os dados do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) do ano de 2011. O Saeb é atualmente o principal instrumento de avaliação da educação básica do país. Assim como o PISA, e o ENEM o SAEB é elaborado com base na teoria da resposta ao ítem (TRI). Este modelo usou a TRI com base no modelo de Blocos Incompletos Balanceados (BIB). A amostra do SAEB foi coletada contendo uma parte censitária e outra amostral. A parte censitária é composta pelas escolas públicas do 5º e 9º anos do ensino Fundamental em escolas em áreas urbanas e rurais. A parte amostral é composta pelas escolas particulares do 5º e 9º anos, além de escolas públicas e particulares do terceiro ano do Ensino Médio.

Segundo Pestana (1998), os instrumentos do SAEB buscam avaliar quatro aspectos do estudante: contexto socioeconômico; planejamento pedagógico; infraestrutura e a qualidade do ensino medida através das provas de desempenho. Junto com as provas de desempenho acadêmico, o SAEB aplica um questionário que avalia características do estudante, como seus hábitos, práticas de estudo, leitura e trajetória escolar, características da família, engajamento parental com a educação, condição socioeconômica, práticas dos professores e tipo de escola. O apêndice 1 apresenta a lista com os preditores do SAEB usados em cada um dos anos. Conforme a tabela é possível notar pequenas diferenças entre questionários aplicados nos três

diferentes anos analisados. Ao todo, estes questionários forneceram 54 preditores para os estudantes do quinto ano, 58 para os estudantes do nono ano e 62 preditores para o Terceiro ano do ensino médio.

Juntamente com o questionário do SAEB, como forma de avaliar os indicadores de vulnerabilidade, adotamos o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS). O IVS é um indicador desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) que avalia o efeito da vulnerabilidade através de indicadores socioeconômicos distribuídos ao longo dos municípios brasileiros. Este índice é dividido em três dimensões composta por 16 indicadores: 3 de infraestrutura urbana, 8 de capital humano e 5 de renda e trabalho. Estas informações foram coletadas pelo Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística (IBGE). Para sua construção, foi realizada a média aritmética de três dimensões (infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho) de modo que cada uma delas entrou no modelo final com o mesmo peso. A distribuição do peso de cada um dos indicadores foi listada na tabela 2.

O resultado final do IVS estabelece valores entre 0 e 1 sendo os valores mais próximos de 1 indicando elevados níveis de vulnerabilidade e mais próximos de 0 representando baixos indicadores. Como modo de interpretar seus resultados, o IPEA estabelece pontos de corte para o IVS de acordo com o grau de vulnerabilidade. Estes pontos de corte descrevem 5 estágios de vulnerabilidade: muito baixo, baixo, médio, alta e muito alta. De acordo com os escores padronizados do IVS muito baixo ocorre quando os valores estão entre 0 e 0.200; baixos entre 0.201 e 0.300; médio entre 0.301 e 0.400; alta 0.401 até 0.500 e muito alta acima de 0.501. A tabela 2 apresenta descrição dos dados do IVS (IPEA, 2015).

Tabela 6: Descrição da amostra

Variáveis\Ano	5º (N = 2,690,574)	9º (N = 2,604,638)	12º (N= 103,009)
Sexo	51,2%	46,9%	43,79%
Reprovação	29%	33%	27,40%
Idade escolar inadequada (mais de 1 ano)	41%	24,27%	19,65%
Escolaridade materna (superior)	16,9%	12,75%	23,75%
População rural	10,02%	7,7%	6,03%

Etnia	Branços	33,95%	33,51%	40.01%
	Pardos	51,88%	44,95%	44.60 %
	Negros	11,03%	10,28%	9.52 %
	Amarelos	2,20%	3,19%	4.31%
	Indígenas	2,73	2,17%	1.54%
Desempenho na matemática	Média	206.9	246.29	290.82
	Desvio Padrão	47.69	47.58	65.04
	Mediana	202.48	246.03	290.11
	Mínimo	90.13	105.93	139.38
	Máximo	338.18	398.27	438.72
IVS	Cidades(N=5462)			
	Média	0.35		
	Desvio Padrão	0.13		
	Mediana	0.34		
	Mínimo	0.09		
	Máximo	0.78		

ANALISE DE DADOS

Como forma de avaliar este estudo adotamos o método de árvore de regressão. Este modelo foi desenvolvido na década de 80 com intuito de fornecer aplicações de classificação e regressão para atividades de *data mining* (Loh, 2014). Embora o modelo seja aplicado na pesquisa de data mining (Wu et. al, 2008), seu uso ainda possui baixa aplicação em pesquisas educacionais (Gomes, et. al. 2017). Bancos de dados como o PISA, ENEM e do SAEB são bancos de elevada

complexidade. Estes bancos combinam uma grande quantidade de informações socioeconômicas e comportamentais detendo uma parte considerável de suas informações coletadas através de escalas *likert*. A avaliação de resultados deste tipo em modelos de regressão linear demanda a recategorização das alternativas em escalas *dummy* podendo multiplicar a quantidade de dimensões, através da recodificação dos dados. Este tipo de escala gera dados categóricos e ordinais que demandam uma série de pressuposições difíceis de atender quando pretende-se testar uma grande quantidade de preditores (Gomes & Jelihovschi, 2019).

Considerando as limitações dos modelos lineares, para avaliar o efeito entre dezenas de preditores categóricas e numéricas, adotou-se o algoritmo de *Classification an Regression Tree* (CART) (Breiman et. al. 1984). Este algoritmo tem-se apresentado de forma robusta na análise de bancos de dados multivariados (Gomes, et. al. 2020). Sua aplicação possui como vantagem apresentar os efeitos de interação (moderação) entre as variáveis (Chen, et. al. 2019), através de uma representação gráfica.

Para analisar a regressão em cada um dos anos, foi realizado *holdout* com o banco em duas partes, treinando 75% dos casos. Após a divisão, foi gerado uma árvore de regressão com o banco de treino adotando validação cruzada com o número 10 k-fold para cada um dos anos conforme indicação da literatura (Berrar, et. al. 2018). A generalização dos resultados foi testada através da comparação dos valores de R^2 entre os bancos de treino e teste. Não foram necessárias podas nas árvores com intuito de facilitar a compreensão ou entendimento do modelo.

Com exceção das tabelas, todas as representações gráficas das árvores neste estudo foram construídas através do pacote *rpart* do R (Therneau, et. al. 2015). Todas as análises foram produzidas através do R software (R Core Team, 2017).

Tabela 7 - Dimensão e Peso das Dimensões do Índice de Vulnerabilidade Social

Dimensão	Variável	Peso dimensão
a) infraestrutura urbana	1) Porcentagem da população do município com acesso à água e esgoto sanitário inadequados	0,300
	3) Porcentagem da população sem acesso à coleta de lixo	0,300
	3) Porcentagem da população do município que demanda mais de uma hora para chegar ao trabalho e possui renda per capita inferior a meio salário mínimo	0.400

b) Capital Humano	4)Mortalidade infantil (1 ano de idade)	0,125
	5)Porcentagem de crianças do município de 0 a 5 anos que não frequentam à escola	0,125
	6)Porcentagem de jovens de 6 à 14 anos que não frequentam a escola	0,125
	7)Porcentagem de mulheres entre 10 a 17 anos de idade que possuem filhos	0,125
	8)Porcentagem de mães que gerenciam famílias, com ao menos um filho de 15 ou mais anos de idade, sem ensino fundamental.	0,125
	9)Porcentagem de analfabetismo no município de 15 anos ou mais	0,125
	10)Porcentagem de crianças nos municípios que habitam locais onde nenhum dos moradores concluiu o ensino fundamental	0,125
	11)Porcentagem de pessoas no município entre 15 a 24 anos que não estudam nem trabalham e possuem renda per capita igual ou inferior a meio salário;	0,125
c)Renda e trabalho	12) Porcentagem da população do município com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo;	0.200
	13)Porcentagem de desocupação na cidade da população de 18 anos ou mais de idade	0.200
	14)Porcentagem de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal	0.200
	15)Porcentagem de pessoas na cidade dependente de idosos e com renda per capita inferior a meio salário mínimo	0.200
	16) Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade	0.200

Fonte: IPEA(2015) Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros.

RESULTADOS

Considerando que a abordagem de árvore de regressão não é tão familiar em pesquisas educacionais, será feito uma breve descrição de como ler as informações dos modelos. Para interpretar as árvores deve-se começar da parte superior, através do nó raiz, que divide a pontuação dos escores. O número superior dentro dos círculos indica o desempenho da variável dependente, representada aqui pelo desempenho matemático em cada uma das folhas. Na parte de baixo do círculo, identifica-se a porcentagem de alunos que pertencem ao conjunto listado. Logo abaixo do círculo estão os critérios indicados pelas variáveis preditoras, com as seguintes subdivisões indicando novos valores e novas variáveis de desempenho capazes de interferir no

desempenho acadêmico até os nós terminais. Através das figuras 15, 16 e 17 são apresentadas as árvores de regressão dos desempenhos de matemática do quinto, nono e terceiro ano do ensino médio.

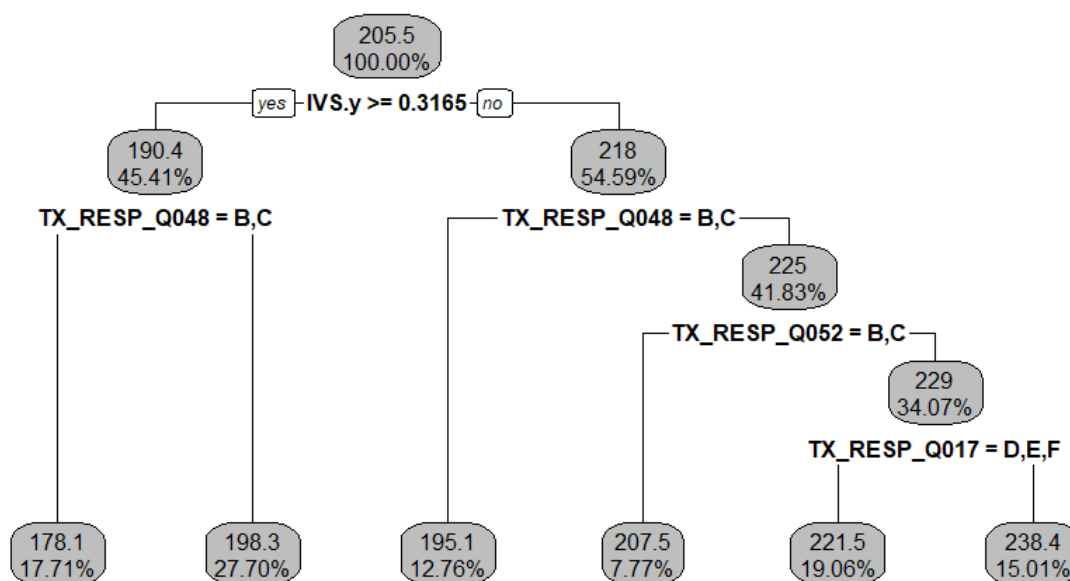
QUINTO ANO

No total, a árvore de regressão do quinto ano conseguiu identificar 4 preditores: índice de vulnerabilidade social (IVS.y), reprovação (TX_RESP_Q048), frequência que realiza os exercícios de matemática (TX_RESP_Q052) e a quantidade de pessoas que moram em casa (TX_RESP_Q017). O nó raiz foi representado pelo índice de vulnerabilidade social da cidade. Um valor de IVS médio maior ou igual a 0.3165 é suficiente para cair o desempenho médio em 15.1 pontos. Neste grupo com maior vulnerabilidade, o fato de ser reprovado ao menos uma vez propicia a perda do desempenho médio de mais 12.3 pontos. No grupo não reprovado, ocorre uma elevação de desempenho de 7.9 pontos. Do outro lado da árvore, com índice de vulnerabilidade social inferior, o desempenho acadêmico aumenta em 12.5 pontos. Neste grupo, a reprovação também atua como nó, reduzindo o desempenho em 22.9 pontos. No grupo não reprovado, a perda de desempenho acadêmico da matemática também pode ser explicada pelos exercícios de casa. Alunos do quinto ano que não possuem como rotina realizar os exercícios de matemática sempre ou quase sempre possuem uma perda de desempenho de 17.5 pontos na matemática. Neste grupo que realiza atividades frequentemente, a densidade populacional dentro do ambiente familiar aparece interferindo no desempenho escolar. Morar com mais 4 pessoas implica em uma redução do desempenho matemático de 229 para 221.5 enquanto morar em menores ambientes de densidade familiar implica em um aumento para 238.4 nos escores médios.

Através destes resultados é possível indicar que, de acordo com os dados do Saeb os piores aspectos do desempenho são alcançados através do índice de vulnerabilidade social e ser reprovado ao menos uma vez sendo suficientes para redução dos escore médios de 205.5 para 178,1 (sd = -0.56). Em oposição, para alcançar os maiores níveis de desempenho seria necessária uma maior quantidade de requisitos: habitar municípios com menor IVS, não ser reprovado, realizar atividades matemáticas com frequência, além de morar em locais com baixa densidade habitacional. Os resultados das árvore de treino ($R^2 = 0.17$) e teste ($R^2 = 0.17$) não indicam sinais de sobreajuste apontando para capacidade de generalização dos resultados.

Figura 15 - Árvore de Regressão do Quinto ano

Regression tree Math achievement (5 grade)



Legenda: IVS.y (Índice de Vulnerabilidade Social dos Municípios)

TX_RESP_Q048 (Você já foi reprovado?): **A = Não; B = Sim, uma vez.; C = Sim, duas vezes ou mais**

TX_RESP_Q052 (Você faz o dever de casa de matemática?) **A=Sempre ou quase sempre;**

B =De vez em quando; C = Nunca ou quase nunca.

TX_RESP_Q017(Quantas pessoas moram com você?) **D = Moro com mais 4 ou 5 pessoas; E = Moro com mais 6 ou 7 pessoas; F = Moro com mais de 7 pessoas.**

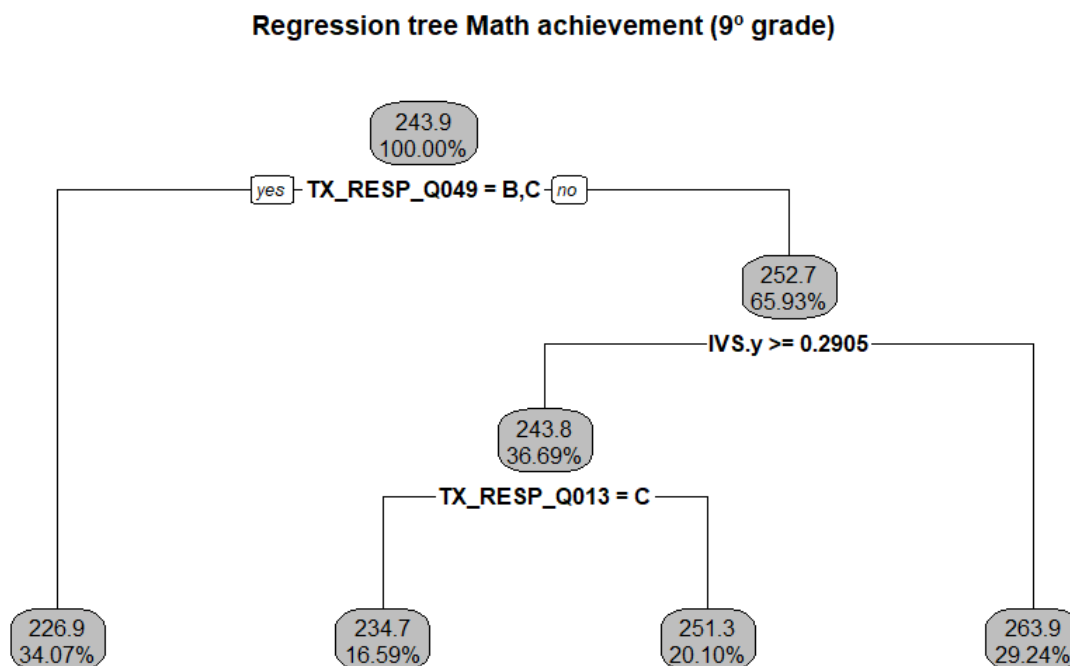
NONO ANO

A figura 2 apresenta a árvore de regressão do desempenho da matemática de treino do Nono ano. Esta árvore conseguiu identificar 3 preditores: Reprovação (TX_RESP_Q049); Índice de Vulnerabilidade Social (IVS.y) e acesso a dispositivos Computacionais (TX_RESP_Q013). Ser reprovado ao menos uma vez (TX_RESP_Q049 = B,C) assume o nó raiz na árvore de regressão do nono ano, indicando uma perda de desempenho de 17 pontos. Em caso de reprovação o índice de vulnerabilidade social maior ou igual a 0.2905, inferior à vulnerabilidade baixa, implica na redução de desempenho de 252.7 para 243.8. Neste grupo, habitando cidades com maior vulnerabilidade, possuir um computador com ou sem acesso a internet promove um aumento nos escores de desempenho para 251.3. Caso contrário, o desempenho é reduzido para 234.7 pontos.

Do outro lado da árvore, o grupo de estudantes não reprovados e com menores índice de vulnerabilidade social alcançaram os maiores desempenhos na árvore com os escores médios de 263.9 pontos. Os resultados das árvores de treino ($R^2 = 0.11$) e teste ($R^2 = 0.12$) da árvore da

matemática indicam proximidade dos indicadores a estabilidade e possibilidade de generalização dos resultados.

Figura 16 - Árvore de Regressão do Nono Ano



Legenda: IVS.y (Índice de Vulnerabilidade Social dos Municípios)

TX_RESP_Q049 (Você já foi reprovado?): A = Não; B = Sim, uma vez.; C = Sim, duas vezes ou mais

TX_RESP_Q013 (Na sua casa tem computador?): A = Sim, com internet; B = Sim, sem internet; C = Não.

TERCEIRO ANO (ENSINO MÉDIO)

A árvore da matemática do terceiro ano do ensino médio foi a que indicou maior poder explicativo ($R^2 = 0.32$). Ao todo, participaram dessa árvore 6 variáveis: Tipo de escola que estudou ao longo da educação básica (TX_RESP_Q042); ter acesso a computador (TX_RESP_Q013); idade (TX_RESP_Q004); reprovação (TX_RESP_Q043); gosto pela disciplina (TX_RESP_Q054) e o índice de vulnerabilidade social (IVS.y).

O nó raiz da árvore foi composto pelo tipo de escola do estudante desde o início do ensino médio, indicando que cursar integralmente a educação em instituições públicas (TX_RESP_Q042 = A) de ensino resultam na perda de desempenho de 21.5 pontos. Neste grupo formado por estudantes que só estudaram em escolas públicas, não possuir um computador (TX_RESP_Q013 = C) está associado também a uma perda de desempenho acadêmico de 21 pontos. Para estes estudantes de escolas públicas sem computador, cursar o

terceiro ano fora da idade escolar prevista para a série (17 anos) implica a perda de desempenho acadêmico escolar. Ter 15 ou menos anos de idade ou 19 ou mais implica em uma perda de mais 18.9 pontos. Caso o aluno tenha idade mais próxima da correta (entre 16 e 18 anos), o desempenho na matemática eleva 11.8 pontos.

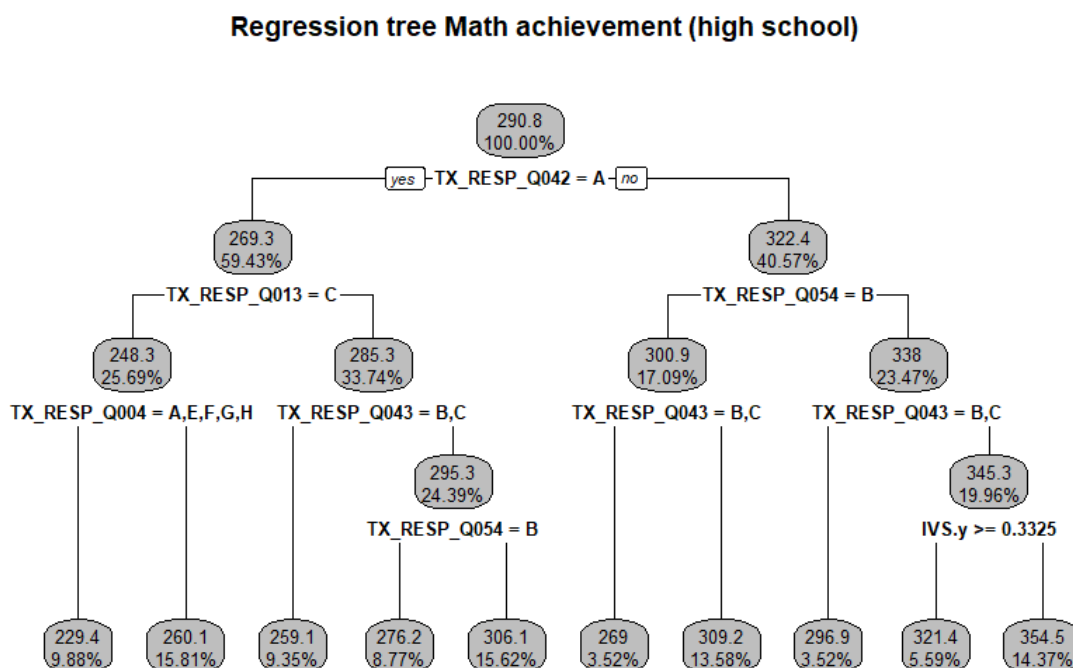
Ainda do lado esquerdo da árvore que retrata estudantes de escola pública, alunos que tiveram acesso ao computador possuem aumento de desempenho de 16 pontos. Caso eles não tenham sido reprovados, há um aumento na nota de 285.3 para 295.3.

Para o grupo não reprovado, gostar da disciplina de matemática implica no aumento de desempenho de 10.8 pontos (306.1), 29.9 pontos a mais do que os que não gostam da disciplina. Do outro lado da árvore, há estudantes de escolas particulares ou que ao menos estudaram em algum momento em escolas particulares desde o início da educação básica. Estes estudantes possuem um aumento de desempenho acadêmico de 31.6 pontos de desempenho. Não gostar de estudar a disciplina de matemática proporciona uma perda de desempenho escolar de 21.5 pontos entre estes estudantes. A reprovação (TX_RESP_Q043=B,C) faz o desempenho médio cair de 300.9 para 269.

No grupo dos estudantes que já estudaram em escolas privadas e que gostam de estudar a disciplina de matemática há uma perda do desempenho acadêmico em caso de reprovação de 41.6 pontos. Para os estudantes do grupo não reprovados, há um aumento de desempenho de 7.3 pontos. Entre estes estudantes não reprovados, o índice de vulnerabilidade social da cidade maior ou igual a 0.3325 (médio) reduz o desempenho dos estudantes em 23.9 pontos enquanto o índice menor implica um aumento de 9.2.

Conforme apresentado na árvore do terceiro ano do ensino médio, o pior desempenho na disciplina pode ser explicado pela trajetória educacional na escola pública, não ter acesso à computador e cursar o ano escolar com idade inadequada sendo suficientes para reduzir o desempenho acadêmico médio em 61.4 pontos, quase um desvio padrão ($sd = 0.94$). Do outro lado da árvore, os melhores desempenhos na matemática são definidos por estudantes que estudaram ao menos parte do ensino em escolas privadas, que gostam de estudar matemática, não foram reprovados e moram em cidades onde o índice de vulnerabilidade social é inferior ao escore médio de 0.3325, valor muito próximo à um desvio padrão ($sd = 0.98$). Assim como nos outros anos, as árvores de treino ($R^2 = 0.32$) e teste ($R^2 = 0.32$) não indicaram sinais de sobreajuste apontando para capacidade de generalização dos resultados.

Figura 17 - Árvore de Regressão Terceiro ano do Ensino Médio



Legenda: TX_RESP_Q042 (Desde a primeira série do Ensino Médio, em que tipo de escola você estudou?) **A = Somente em escola pública; B = Somente em escola particular. C = Em escola pública e em escola particular.**
 TX_RESP_Q004 (Em que ano você nasceu?) **A = 1996 ou depois; B = 1995. C = 1994; D = 1993; E = 1992. F = 1991; G = 1990; H = 1989 ou antes.**

TX_RESP_Q054 (Você gosta de estudar matemática?) **A = Sim; B = Não**

TX_RESP_Q013 (Na sua casa tem computador?): **A = Sim, com internet; B = Sim, sem internet C = Não.**

IVS.y (Índice de Vulnerabilidade Social dos Municípios)

TX_RESP_Q043 (Você já foi reprovado?): **A = Não; B = Sim, uma vez.; C = Sim, duas vezes ou mais.**

RESUMO DOS RESULTADOS

Através dos resultados dos modelos de árvores avaliados, é possível identificar uma progressiva diminuição do efeito da vulnerabilidade municipal ao longo da educação básica. Enquanto no quinto ano a vulnerabilidade municipal, medida através do IVS, afeta 100% do modelo de árvore, no nono há uma queda para 65.93% do modelo, e, no terceiro ano, há uma drástica redução afetando apenas 19.56%. Apesar da redução do efeito, ao longo dos modelos de desempenho da matemática, é possível afirmar que o IVS impede todos estudantes de alcançarem os maiores níveis de desempenho escolar mesmo nas escolas privadas.

No terceiro ano, a vulnerabilidade social do município e da reprovação é deslocada para o tipo de escola, colocando a formação em instituições públicas de ensino (ensino médio) como um fator de redução do desempenho escolar. Os dados também reforçam o papel da periodicidade

do dever de casa e da densidade populacional, no quinto ano, do acesso a dispositivos computacionais no nono e terceiro, além do constante efeito da reprovação como sinal de perda do desempenho escolar. Assim como o IVS, a reprovação atua em todos os modelos impedindo os estudantes de alcançarem os maiores níveis de desempenho. Estes resultados fornecem importantes considerações sobre o efeito de vulnerabilidades e aspectos sociodemográficos no aprendizado de acordo com a teoria evolutiva e à pesquisa educacional.

DISCUSSÃO

O presente estudo teve por principal objetivo avaliar como aspectos socioeconômicos e de vulnerabilidade interagem com o desempenho da matemática ao longo de diferentes anos da educação básica. Através do algoritmo CART aplicado nos modelos do quinto ($R^2 = 0.17$) e nono ($R^2 = 0.11$) do ensino fundamental e terceiro ano do ensino médio ($R^2 = 0.32$) brasileiros, foi possível avaliar transversalmente os preditores que mais impactaram no desempenho da matemática em três períodos da trajetória escolar. Estes resultados apontam para características do aluno, aspectos socioeconômicos e da família, além da ecologia onde se desenvolve o aprendizado dos estudantes como relevantes para o desempenho em matemática.

Entre as características do aluno, a infrequência na realização de exercícios matemáticos (no quinto ano), o menor interesse pela disciplina (terceiro ano do ensino médio), representado por declarar não gostar da matemática, adequação da idade ao ano escolar (terceiro ano do ensino médio) e reprovação (todos os anos) demonstraram efeitos expressivos gerando perda do desempenho matemático.

A associação de características do aluno com o desempenho em matemática pode ser interpretada a partir da psicologia comportamental e evolutiva. A frequência de realização dos exercícios de matemática está associada a estratégias motivacionais cognitivamente mediadas por parte do aluno. Segundo Geary (2012), a aquisição de habilidades biologicamente secundárias requer a utilização de estratégias motivacionais cognitivamente mediadas. O aluno precisa regular seu investimento em atividades matemáticas que, inicialmente, podem ser aversivas através de metas projetadas para o futuro (Willingham, 2021). Desta forma, o gosto pela matemática também deriva de resultados previamente alcançados pelo aluno (Vukovic et al, 2013). O insucesso na aprendizagem, o qual leva às repetições e interrupções da trajetória escolar, associa-se com diminuição das percepções de auto-eficácia matemática, refletindo ainda mais negativamente no desempenho (Huang, et al, 2018; Nelson, et. al. 2017; Stankov, 2013; Stankov & Lee, 2017).

É possível afirmar que os resultados possuem importantes implicações educacionais. Como os conhecimentos a serem adquiridos na escola representam artefatos de aquisição cultural recente, sua aprendizagem pode, inicialmente, ser aversiva. As habilidades de testes matemáticos são altamente dependentes de habilidades cognitivas secundárias influenciadas por diferenças interindividuais, as quais resultam de um complexo processo de interação entre variáveis genéticas e experienciais, as quais precisam ser consideradas nas políticas educacionais. O caráter aversivo da aprendizagem escolares provém das altas demandas por recursos cognitivos e motivacionais (Geary, 2012; Willingham, 2021). Esse caráter potencialmente aversivo da aprendizagem escolar pode ser reconhecido e equacionado, caso exista interesse em minimizar os riscos de baixo desempenho.

Uma característica familiar que influenciou o desempenho em matemática foi o número de membros residentes. Foi observada uma associação entre viver em lares com 5 ou mais pessoas e uma redução no desempenho matemático. A quantidade de irmãos já foi identificada com prejuízos escolares (Chiu & Xihua, 2008). Psicologicamente essa associação entre tamanho da família e desempenho em matemática pode ser explicada pela maior disponibilidade de recursos educacionais para investir na formação da criança. Quanto mais filhos houver em uma família, menos tempo e recursos os pais disporão para investir na educação dos seus filhos.

Um dos recursos importantes associados ao desempenho em matemática no nono e terceiro ano do ensino médio é a disponibilidade de computadores em casa. No nono ano, crianças que não foram reprovadas e moram em cidades com maior nível de vulnerabilidade foram beneficiadas pelo dispositivo. De forma análoga, computadores se apresentaram como uma ferramenta capaz de melhorar o desempenho no ensino médio dos estudantes que obtiveram contato com a escola pública. A disponibilidade de computadores pode refletir tanto características relacionadas ao poder aquisitivo quanto a características da família. É interessante observar também que a influência da disponibilidade de computadores exerce mais influência sobre o desempenho em matemática das crianças mais velhas do que das crianças mais jovens. Isso pode refletir o fato de que, à medida que a criança se desenvolve, o computador atua como importante preditor do desenvolvimento.

Ao avaliar os aspectos ecológicos do desenvolvimento, as cidades aparecem como um importante preditor em todos os anos. No ensino médio, constatou-se grandes diferenças entre a diferença do aprendizado da matemática entre as escolas públicas e privadas no país. Essa distância de desempenho corrobora com outros estudos nacionais que avaliaram na leitura (Gomes, et. al, 2021) e ciências (Marteleto & Andrade, 2014) a diferença no desempenho escolar no país em provas como ENEM e PISA. Os resultados do presente estudo conseguem

avançar na medida em que demonstram o efeito de vulnerabilidade do município mesmo em estudantes que tradicionalmente possuem melhores condições financeiras e desempenho (como os alunos que pertencem a escolas privadas). Conforme a classificação de vulnerabilidade do IPEA, resultados apontam que valores médios e baixos de vulnerabilidade foram suficientes para redução dos escores de desempenho matemático.

Os resultados do estudo indicam os efeitos prejudiciais da vulnerabilidade ambiental no desempenho matemático. Conforme a hipótese da história de vida acelerada (*Fast Life History Strategy*), ambientes com maior vulnerabilidade reduzem as possibilidades de investimento educacional (Del Giudice, et. al. 2016; Van der Linden et. al.,2018). Em ecologias adversas, o investimento parental e o desenvolvimento do indivíduo são direcionados para ganhos no curto-prazo, relacionados à sobrevivência e ao desenvolvimento somático. Segundo o modelo, circunstâncias adversas privilegiam estratégias de curto-prazo repercutindo de forma negativa sobre o investimento parental na educação e desenvolvimento sócio-cognitivo a longo prazo (Belsky et al, 2020; Del Giudice, et, al, 2016). Estes indicadores de vulnerabilidade têm tradicionalmente apontado para prejuízos no desenvolvimento ao longo da vida (Haft, et al, 2017; Mani, et al. 2013).

Apesar dos resultados se apresentarem como robustos e generalizáveis, o estudo não está imune a limitações, sendo possível destacar três delas. a) Embora o estudo avalie o recorte de três períodos distintos da educação básica, os dados não são longitudinais. Desta forma, os dados transversais deste estudo não permitem uma relação de dependência histórica ou de continuidade entre as séries analisadas; b) O terceiro ano do ensino médio analisado possui uma amostra inferior aos outros anos. Contudo, ao comparar estes resultados com o de outro estudo avaliando o terceiro ano através de testes padronizado do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), é possível identificar valores preditivos próximos entre os modelos, incluindo o efeito do tipo de escola (Gomes, et. al, 2021); c) Conforme representado pelos modelos de árvores na educação básica, é possível identificar que a maioria das variáveis sociodemográficas do SAEB não apresentaram significância nas árvores de regressão. A baixa aderência de parte dos resultados indica limitações do SAEB (Karino et al, 2014), bem como a necessidade de incorporar construtos psicológicos, tais como habilidades cognitivas gerais e motivação, como mediadores entre as influência sócio-econômico-demográficas distais e proximais do desempenho em matemática (Flores-Mendoza et. al. 2015;2021; O'Connell & Marks, 2022). Até onde se sabe, este é o primeiro estudo a avaliar a disciplina de matemática: adotando árvores de regressão em diferentes séries da educação básica com uma amostra expressiva da população

brasileira; a encontrar o efeito de um indicador geral de vulnerabilidade do município atuando de forma decrescente ao longo dos anos três anos escolares brasileiros.

Os achados deste estudo sugerem hipóteses futuras combinando a trajetória de vida com atributos cognitivos que avaliam as diferenças individuais. Novos resultados irão destacar a importância da pesquisa translacional no estudo da educação matemática (Simplício, et. al. 2020) reforçando políticas que monitorem indicadores de vulnerabilidades territoriais e socioeconômicas.

REFERÊNCIAS

Assari, S., Caldwell, C. H., & Bazargan, M. (2019). Association between parental educational attainment and youth outcomes and role of race/ethnicity. *JAMA network open*, 2(11), e1916018-e1916018.

Auerbach, J. G., Gross-Tsur, V., Manor, O., & Shalev, R. S. (2008). Emotional and behavioral characteristics over a six-year period in youths with persistent and nonpersistent dyscalculia. *Journal of learning disabilities*, 41(3), 263-273.

Beddington, J., Cooper, C. L., Field, J., Goswami, U., Huppert, F. A., Jenkins, R., ... & Thomas, S. M. (2008). The mental wealth of nations. *Nature*, 455(7216), 1057-1060.

Belsky, J., Caspi, A., Moffitt, T. E., & Poulton, R. (2020). *The origins of you: How childhood shapes later life*. Harvard University Press

Berrar, Daniel (2018). Reference Module in Life Sciences || Cross-Validation. , (), -. doi:10.1016/B978-0-12-809633-8.20349-X

Black, M. M., Walker, S. P., Fernald, L. C., Andersen, C. T., DiGirolamo, A. M., Lu, C., ... & Lancet Early Childhood Development Series Steering Committee. (2017). Advancing Early Childhood Development: From Science to Scale 1: Early childhood development coming of age: Science through the life course. *Lancet (London, England)*, 389(10064), 77.

Bronfenbrenner, U. 1979. *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Bruine de Bruin, W., & Slovic, P. (2021). Low numeracy is associated with poor financial well-being around the world. *PloS one*, 16(11), e0260378.

Burdick-Will, J. (2018). Neighborhood violence, peer effects, and academic achievement in Chicago. *Sociology of education*, 91(3), 205-223.

Burhan, N. A. S., Yunus, M. M., Tovar, M. E. L., & Burhan, N. M. G. (2017). Why are cognitive abilities of children so different across countries? The link between major socioeconomic factors and PISA test scores. *Personality and Individual Differences*, 105, 95-106.

Cervini, R. (2015). Trabajo infantil y logro escolar en América Latina –Los datos del SERCE. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 17(2), 130–146.

Chiu, M. M., & Xihua, Z. (2008). Family and motivation effects on mathematics achievement: Analyses of students in 41 countries. *Learning and instruction*, 18(4), 321-336.

Daniele, V. (2020). Socioeconomic inequality and regional disparities in educational achievement: The role of relative poverty. *Intelligence*, 84, 101515.

Del Giudice, M., Gangestad, S. W., & Kaplan, H. S. (2016). Life history theory and evolutionary psychology.

Flores-Mendoza C, Ardila R, Gallegos M and Reategui-Colareta N (2021) General Intelligence and Socioeconomic Status as Strong Predictors of Student Performance in Latin American Schools: Evidence From PISA Items. *Front. Educ.* 6:632289. doi: 10.3389/educ.2021.632289

Flores-Mendoza, C., Mansur-Alves, M., Ardila, R., Rosas, R. D., Guerrero-Leiva, M. K., Maqueo, M. E. L. G., ... & León, A. B. (2015). Fluid intelligence and school performance and its relationship with social variables in Latin American samples. *Intelligence*, 49, 66-83.

Geary, D. C. (2012). Evolutionary educational psychology.

Gomes, C. M. A., & Almeida, L. S. (2017). Advocating the broad use of the decision tree method in Education. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 22(10), 1-10.

Gomes, C. M. A., & Jelihovschi, E. (2019). Presenting the regression tree method and its application in a large-scale educational dataset. *International Journal of Research & Method in Education*, 43(2), 201-221.

Gomes, C. M. A., Lemos, G. C., & Jelihovschi, E. G. (2020). Comparing the predictive power of the CART and CTREE algorithms. *Avaliação Psicológica*, 19(1), 87-96.

Gomes, C. M. A., Lemos, G. C., & Jelihovschi, E. G. (2021). The reasons why the Regression Tree Method is more suitable than General Linear Model to analyze complex educational datasets: The reasons why the Regression Tree Method is more suitable than General Linear Model to analyze complex educational datasets. *Revista Portuguesa de Educação*, 34(2), 42-63.

Guimarães, A. P. L., Haase, V. G., & Neufeld, C. B. (2021). Cognitive-behavioral intervention for math anxiety in childhood: a case report. *Dementia & Neuropsychologia*, 15, 286-290.

Goos, M., Pipa, J., & Peixoto, F. (2021). Effectiveness of grade retention: A systematic review and meta-analysis. *Educational Research Review*, 34, 100401. doi:10.1016/j.edurev.2021.100401

Haft, S. L., & Hoefl, F. (2017). Poverty's impact on children's executive functions: Global considerations. In K. R. Pugh, P. McCauley, & A. Stutzman (Eds.), *Global approaches to early learning research and practice* (pp. 69–79). Jossey-Bass.

Huang, Xiaoxia; Zhang, Jie; Hudson, Laura (2018). Impact of math self-efficacy, math anxiety, and growth mindset on math and science career interest for middle school students: the gender moderating effect. *European Journal of Psychology of Education*, (), –. doi:10.1007/s10212-018-0403-z

IPEA (2015). Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros. Brasília, DF: IPEA.

Karino, C. A., do Amaral Vinha, L. G., & Laros, J. A. (2014). Os questionários do SAEB: o que eles realmente medem?. *Estudos em Avaliação Educacional*, 25(59), 270-297.

Kiesel, L. R., Piescher, K. N., & Edleson, J. L. (2016). The relationship between child maltreatment, intimate partner violence exposure, and academic performance. *Journal of Public Child Welfare*, 10(4), 434-456.

Kitsantas, A., Cheema, J., & Ware, H. W. (2011). Mathematics achievement: The role of homework and self-efficacy beliefs. *Journal of Advanced Academics*, 22(2), 310-339.

Kim Hill (1993). Life history theory and evolutionary anthropology. , 2(3), 78–88. doi:10.1002/evan.1360020303

Loh, W.-Y. (2014). Fifty Years of Classification and Regression Trees. *International Statistical Review*, 82(3), 329–348. doi:10.1111/insr.12016

Lynn, R., Vanhanen, T., & Stuart, M. (2002). IQ and the wealth of nations. Greenwood Publishing Group.

Lynn, R., Antonelli-Ponti, M., Mazzei, R. F., Da Silva, J. A., & Meisenberg, G. (2017). Differences in intelligence and socio-economic outcomes across the twenty seven states of Brazil. *Mankind Quarterly*, 57(4).

Mani, A.; Mullainathan, S.; Shafir, E.; Zhao, J. (2013). Poverty Impedes Cognitive Function. *Science*, 341(6149), 976–980. doi:10.1126/science.1238041

Marteletto, L., Gelber, D., Hubert, C., & Salinas, V. (2012). Educational inequalities among Latin American adolescents: Continuities and changes over the 1980s, 1990s and 2000s. *Research in social stratification and mobility*, 30(3), 352-375.

Marteletto, L.; Andrade, F. (2014). The Educational Achievement of Brazilian Adolescents: Cultural Capital and the Interaction between Families and Schools. *Sociology of Education*, 87(1), 16–35. doi:10.1177/0038040713494223

OECD (2019), PISA 2018 Programme for International Student Assessment (PISA), PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/48ebd1ba-en>.

Nelson, Gena; Powell, Sarah R. (2017). A Systematic Review of Longitudinal Studies of Mathematics Difficulty. *Journal of Learning Disabilities*, (), 002221941771477–. doi:10.1177/0022219417714773

Noble, K. G., Houston, S. M., Brito, N. H., Bartsch, H., Kan, E., Kuperman, J. M., Akshoomoff, N., Amaral, D. G., Bloss, C. S., Libiger, O., Schork, N. J., Murray, S. S., Casey, B. J., Chang, L., Ernst, T. M., Frazier, J. A., Gruen, J. R., Kennedy, D. N., Van Zijl, P., Mostofsky, S., ... Sowell, E. R. (2015). Family income, parental education and brain structure in children and adolescents. *Nature neuroscience*, 18(5), 773–778.

<https://doi.org/10.1038/nn.3983>

Noble, K. G., & Giebler, M. A. (2020). The neuroscience of socioeconomic inequality. *Current opinion in behavioral sciences*, 36, 23-28.

O'Connell, M., & Marks, G. N. (2022). Cognitive ability and conscientiousness are more important than SES for educational attainment: An analysis of the UK Millennium Cohort Study. *Personality and Individual Differences*, 188, 111471.

OECD (2020), PISA 2018 Results (Volume IV): Are Students Smart about Money?, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/48ebd1ba-en>.

Parsons, S., & Bynner, J. (1997). Numeracy and employment. *Education+ Training*.

Pestana, M. I. (1998). O sistema de avaliação brasileiro. *Revista brasileira de estudos pedagógicos*, 79(191).

Ritchie, S. J.; Bates, T. C. (2013). Enduring Links From Childhood Mathematics and Reading Achievement to Adult Socioeconomic Status. *Psychological Science*, 24(7), 1301–1308. doi:10.1177/0956797612466268

Salza, G. (2022). Equally performing, unfairly evaluated: The social determinants of grade repetition in Italian high schools. *Research in Social Stratification and Mobility*, 100676.

Simplicio H, Gasteiger H, Dorneles BV, Grimes KR, Haase VG, Ruiz C, Liedtke FV and Moeller K (2020) Cognitive Research and Mathematics Education—How Can Basic Research Reach the Classroom? *Front. Psychol.* 11:773. doi: 10.3389/fpsyg.2020.00773

S. Woloshin, L.M. Schwartz, M. Moncur, S. Gabriel, A.N.A. Tosteson, Assessing values for health: numeracy matters, *Med. Decis. Mak.* 21 (2001) 382–390, <https://doi.org/10.1177/0272989X0102100505>.

Stankov, Lazar; Lee, Jihyun (2017). Self-beliefs: Strong correlates of mathematics achievement and intelligence. *Intelligence*, 61(), 11–16. doi:10.1016/j.intell.2016.12.001

Stankov, Lazar (2013). Noncognitive predictors of intelligence and academic achievement: An important role of confidence. *Personality and Individual Differences*, 55(7), 727–732. doi:10.1016/j.paid.2013.07.006

Stone, S. (2007). Child maltreatment, out-of-home placement and academic vulnerability: A fifteen-year review of evidence and future directions. *Children and Youth Services Review*, 29(2), 139-161.

Szepeswol, Ohad; Simpson, Jeffrey A. (2018). Attachment within Life History Theory: An Evolutionary Perspective on Individual Differences in Attachment. *Current Opinion in Psychology*, (), S2352250X18300198–. doi:10.1016/j.copsyc.2018.03.005

The World Bank (2020) Data Bank. GDP current US. <https://data.worldbank.org/> accessed in: <https://databank.worldbank.org/home.aspx> accessed in:23/01/2022

The World Bank (2016) World Development Indicators. Income Share Held By lowest 10%, income share held by highest 10%, 2016. link: <https://data.worldbank.org/indicator/SI.DST.10TH.10?end=2019&start=1967&view=map>. accessed in: 19/01/2022

Torche, F. (2010). Economic crisis and inequality of educational opportunity in Latin America. *Sociology of education*, 83(2), 85-110.

Turecki, G., & Meaney, M. J. (2016). Effects of the social environment and stress on glucocorticoid receptor gene methylation: a systematic review. *Biological psychiatry*, 79(2), 87-96

Van der Linden, Dimitri; Dunkel, Curtis S.; Tops, Mattie; Hengartner, Michael P.; Petrou, Paraskevas (2018). Life history strategy and stress: An effect of stressful life events, coping strategies, or both?. *Personality and Individual Differences*, 135(), 277–285. doi:10.1016/j.paid.2018.07.024

Van der Linden, Dimitri; Dunkel, Curtis S.; Tops, Mattie; Hengartner, Michael P.; Petrou, Paraskevas (2018). Life history strategy and stress: An effect of stressful life events, coping strategies, or both?. *Personality and Individual Differences*, 135(), 277–285. doi:10.1016/j.paid.2018.07.024

Volk, A. A., & Atkinson, J. A. (2013). Infant and child death in the human environment of evolutionary adaptation. *Evolution and Human Behavior*, 34(3), 182-192.

Vukovic, Rose K.; Kieffer, Michael J.; Bailey, Sean P.; Harari, Rachel R. (2013). Mathematics anxiety in young children: Concurrent and longitudinal associations with mathematical performance. *Contemporary Educational Psychology*, 38(1), 1–10. doi:10.1016/j.cedpsych.2012.09.001

Watts, T. W.; Duncan, G. J.; Siegler, R. S.; Davis-Kean, P. E. (2014). What's Past Is Prologue: Relations Between Early Mathematics Knowledge and High School Achievement. *Educational Researcher*, 43(7), 352–360. doi:10.3102/0013189X14553660

Willingham, D. T. (2021). Why don't students like school?: A cognitive scientist answers questions about how the mind works and what it means for the classroom. John Wiley & Sons.

Wu, X., Kumar, V., Quinlan, J. R., Ghosh, J., Yang, Q., Motoda, H., ... & Steinberg, D. (2008). Top 10 algorithms in data mining. *Knowledge and information systems*, 14(1), 1-37.

Zhang, F., Jiang, Y., Ming, H., Ren, Y., Wang, L., & Huang, S. (2020). Family socioeconomic status and children's academic achievement: The different roles of parental

academic involvement and subjective social mobility. *British Journal of Educational Psychology*, 90(3), 561-579.

PARTE III - EPISTEMOLOGIAS E BARREIRAS EDUCACIONAIS

Capítulo 6 - Neuropsicologia Escolar e Interdisciplinaridade: Filosofias Educacionais e Obstáculos Epistemológicos⁴

Henrique Augusto Torres Simplício e Vitor Geraldi Haase

A educação tem cumprido um papel decisivo na sociedade contemporânea do conhecimento. Poucos ativos podem competir com ela quando analisa-se a escolaridade como critério de medida preditora. A formação no ambiente educacional apresenta-se não apenas como um importante ativo econômico, mas também como uma forma de capital "mental" ou "cognitivo" (Beddington et al., 2008). A longo prazo, o baixo rendimento nesta área está associado a várias limitações ao durante a vida, dentre elas a baixa produtividade, baixos salários e baixa empregabilidade, além de trazer importantes conseqüências psicossociais, como psicopatologias internalizantes e externalizantes (Parsons & Bynner, 2005). Nestes termos, é preciso olhar com atenção para o contexto nacional, compreendendo certa gravidade.

Em provas internacionais como o PISA, pode-se identificar um desempenho acadêmico nacional abaixo do esperado. Países que investem menos na educação e com uma renda média inferior, possuem desempenho mais satisfatório que o brasileiro (Ioschpe, 2014). Segundo relatórios da própria OCDE, outros países latino-americanos que têm um custo médio por aluno inferior ao brasileiro, têm obtido resultados superiores (OCDE, 2015).

Dados como estes levantam questões importantes em relação ao futuro. Eles questionam análises mais otimistas que exclusivizam os problemas educacionais brasileiros a fatores econômicos, alegando que investimentos massivos seriam o único meio de promover uma educação de qualidade, ignorando ou dando uma menor atenção ao papel da formação profissional do educador e a metodologias de ensino. Neste cenário, teria a neuropsicologia escolar algo a contribuir?

Um dos fatores que não tem sido tão tratado pela investigação neuropsicológica e possui relação direta com o ambiente escolar está nos pressupostos e na fundamentação de certas linhas teóricas educacionais. Atualmente, há uma grande disjunção entre alguns pressupostos vigentes

⁴ Capítulo publicado no livro *Neuropsicologia Escolar* (Fonseca et al, 2020) pela editora Pearson.

na educação. Muitos deles são mutuamente exclusivos, ou seja, para concordar com um é necessário rejeitar outro.

Este panorama se aplica à neuropsicologia escolar e a algumas vertentes do campo educacional. Entre a neuropsicologia e parte da formação pedagógica que é executada nos cursos superiores, é possível identificar uma clara distância. Ao contrário do que poderia se pensar, nem tudo que se coloca a serviço da educação está baseado nos mesmos pressupostos. A concepção do que é uma boa educação mudou muito ao longo do tempo (Marrou, 2017). Se hoje alguns pedagogos estão indo atrás da neurociência e da neuropsicologia em busca de uma base probatória para suas práticas de ensino, também ocorre o reverso. Outros profissionais estão buscando fundamentos que não só ignoram evidências fundamentais da área, como muitas vezes afastam a neuropsicologia da escola.

Esta diferença é claramente evidenciada pelos currículos das áreas de licenciatura. Não é comum identificarmos nestas áreas uma formação que descreva minimamente conhecimentos básicos provenientes da psicologia cognitiva ou mesmo da neuropsicologia escolar consolidados nos últimos 30 anos. Em linhas gerais, os principais autores e vertentes da psicologia vistos neste campo se concentram em fundamentos da psicanálise, Wallon, Vygotsky e Piaget.

Com intuito de mapear algumas destas diferenças, o presente capítulo terá por tarefa comparar conhecimentos da neuropsicologia escolar aplicada, com estudos que se baseiam em pressupostos distintos, bastante difundidos nas áreas da educação que constantemente se opõem a bases psicológicas do aprendizado. Para tanto, serão analisados trabalhos de ambos os campos com o objetivo de comparar estas vertentes sob dois aspectos:

a) Epistemologia do conhecimento

b) Métodos de ensino

A escolha destes fundamentos foi estabelecida pelo fato destas variáveis incidirem desde a fundação teórica da disciplina, até como ela é exercida em sala. Como modo de balizar a discussão, serão apresentados resultados de pesquisas oriundas da alfabetização, leitura e cálculos matemáticos.

A) EPISTEMOLOGIA DO CONHECIMENTO

MODULARISMO, BIOLOGIA EVOLUCIONÁRIA E NEUROPSICOLOGIA ESCOLAR

Boa parte do que chamamos de neuropsicologia escolar está sendo consolidada através de descobertas de diferentes áreas. Desde a medicina básica, a genética, a psicologia cognitiva até a evolucionária encontramos contribuições para a área. Estas informações têm, em boa medida,

ajudado a área a integrar modelos interdisciplinares (Geary, 2007; Willingham, 2009). Estes modelos apresentam contribuições de diferentes campos ao que poderia explicar um maior êxito ou limitação de aspectos cognitivos funcionais que inevitavelmente poderiam resvalar no ambiente escolar .

Os avanços tecnológicos nas últimas décadas, como técnicas funcionais de neuroimagem e investigação genético-molecular, despertaram enorme interesse. Eles têm permitido investigar os fundamentos corporais dos processos psicológicos a um custo relativamente menor. Através destas técnicas foi possível associar regiões e características do corpo humano com certas funcionalidades. Segundo a neuropsicologia cognitiva, não faz sentido investigar fenômenos psicológicos de uma perspectiva puramente funcional, desconsiderando estas evidências (Pinker, 2003). As influências do ambiente, da sociedade e da família devem ser levadas em consideração de maneira conjunta com as características modulares enraizadas em nosso *blueprint* genético (Mandelbaum, 2013; Plomin, 2019).

Segundo a abordagem da neuropsicologia modular, o cérebro é produto de um longo processo evolutivo através do qual foram se acumulando estratégias estáveis ao longo de gerações. Esses módulos constituem a herança ou memória filogenética da espécie. Desta forma, para a neuropsicologia, nosso desenvolvimento ontogenético não ocorre do nada, como uma cultura que escreve sobre uma lousa em branco (ou uma fôrma de gelatina). Ele é canalizado pela nossa herança ancestral, que direciona nossas habilidades cognitivas e nosso aprendizado para determinados caminhos (Geary, 2007).

Alguns estudos de conectividade funcional em repouso caminham na mesma direção que os pressupostos nativistas descritos. Os conectomas analisam registros de fMRI em repouso, permitindo identificar padrões de conectividade entre as diversas áreas cerebrais. Tais dados compreendem que os módulos seriam tão bem estabelecidos que permaneceriam funcionalmente interconectados mesmo em repouso (He et al., 2009).

Este raciocínio afirma que existe algum tipo de inatismo ou nativismo derivado do processo evolutivo capaz de predispor a cognição para aprender mais rápida e intuitivamente determinados conceitos e habilidades sem uma dependência exclusiva do ambiente (Williams et. al 1988). Boa parte da neuropsicologia endossa este nativismo ao alegar que parte dos processos etiológicos das nossas representações seriam inatas, provenientes de um processo evolutivo, capaz de gerar uma natureza humana (Pinker, 2003; Krebs, 2011; Mandelbaum, 2013).

Contrariando uma base exclusivamente social construtivista, estudos indicam que o funcionamento do cérebro estaria ainda mais localizado no bebê do que no adulto (He et al.,

2009). O efeito do desenvolvimento, aprendizagem e plasticidade seria justamente o de aumentar a conectividade no sistema.

No início do século XXI, os desenvolvimentos nas ciências cognitivas e neurais permitiram que Dehaene (2007) reformulasse a teoria evolucionária nos seguintes termos:

Um objetivo final da psicologia é fornecer explicações legais dos mecanismos mentais em termos de um pequeno conjunto de regras, de preferência enquadradas na linguagem da matemática, que capturam as regularidades presentes no comportamento humano e animal. Além disso, essas leis psicológicas não devem permanecer declaradas apenas em um nível descritivo (embora a obtenção de regras descritivas válidas de comportamento seja geralmente um passo indispensável nesse caminho). Em vez disso, eles devem ser fundamentados em um nível neurobiológico de explicação, por meio de uma série de leis adicionais de ligação entre os níveis molecular, sináptico, celular e de circuito com representação psicológica e cálculos. (p. 527)

Baseado nestes fundamentos evolutivos, seria possível entender parte de nossas habilidades cognitivas aplicadas ao aprendizado em dois grupos: as biologicamente primárias e secundárias (Geary, 2007). As primárias são aquelas que aprendemos de forma intuitiva, que podem ser absorvidas gradativamente pelo sujeito sem maiores auxílios dos demais. Em oposição às primárias, haveriam habilidades mais complexas de serem incorporadas. Ao contrário dos conhecimentos que um ser humano comum consegue desenvolver por conta própria, sem maiores intervenções pedagógicas, a aritmética e a linguagem escrita seriam exemplos de habilidades cognitivas biologicamente secundárias (Geary, 2007). Elas seriam secundárias pelo fato de dependerem de uma escala evolutiva recente, não permitindo seu desenvolvimento de modo autônomo, demandando um processamento mais lento e mediado.

Aprender a ler e escrever palavras e números é um processo árduo que consome em média de três a quatro anos de trabalho de crianças e professores (Dehaene, 2009; Moura et al., 2015).

Pesquisas propuseram modelos baseados no conceito de exaptação, como os de reciclagem cultural e reafecção (Dehaene & Cohen, 2007; Anderson, 2010). Esses modelos explicam, nos níveis neural e computacional, as dificuldades inerentes aos processos de aprender a ler e escrever palavras, números e a fazer contas.

Um exemplo aplicado a fatos matemáticos pode ajudar no entendimento. A aquisição dos símbolos numéricos requer o estabelecimento de conexões sinápticas entre os sistemas neurais desenvolvidos para diferentes funções adaptativas. Estas habilidades constituem uma forma de exaptação. Os algarismos simbólicos parecem adquirir seu significado quantitativo através do estabelecimento de conexões sinápticas entre sistemas neurocognitivos primários biológicos (antigos), dedicados a: a) representação aproximada de magnitude numérica (sulco intraparietal); b) símbolos linguísticos (áreas da linguagem perisilviana esquerda); c)

representação visual da forma (transição occipito-temporal ínfero-lateral) (Dehaene & Cohen, 2007).

De acordo com um modelo, dificuldades graves e persistentes de aprendizado de matemática podem se originar de imprecisões representacionais de magnitude numérica no sulco intraparietal e/ou dificuldades no estabelecimento de conexões sinápticas entre áreas originalmente desenvolvidas para finalidades diferentes (Noël & Rousselle, 2011). Estudos de discalculia do desenvolvimento ficam atrás dos da dislexia, mas evidências genéticas consideráveis apóiam a hipótese de exaptação da dislexia do desenvolvimento (Kere, 2014; Paracchini et al., 2016). Os melhores genes replicados associados à dislexia do desenvolvimento estão na base da migração de células neuronais e do estabelecimento e manutenção da conectividade sináptica. Isso sugere que deficiências específicas de aprendizado podem ser consideradas distúrbios de desconexão (Mitchell, 2011). Ou seja, deficiências específicas de aprendizado podem ser causadas pela variabilidade na capacidade de estabelecer novas conexões sinápticas sob controle epigenético. O mesmo vale para síndromes genéticas como X frágil, Turner, Velocardiofacial e Williams, nas quais graves dificuldades de aprendizagem de matemática são uma característica fenotípica importante (Haase & Carvalho, 2018). A fisiopatologia da maioria das síndromes consiste em prejuízos nos mecanismos de plasticidade sináptica necessários para a aprendizagem (Johnston, 2004; Ismail et al., 2017).

As implicações pedagógicas contidas nestes modelos são claras. Se o ambiente possui um papel crucial no aprendizado, é preciso também não ignorar as características individuais (genéticas e epigenéticas) que podem fornecer empecilhos para a aprendizagem (Plomin, 2019).

Aprender a ler e escrever os números simbólicos, bem como usá-los no cálculo exato, está diretamente relacionado com a plasticidade sináptica dependente da experiência (Hebb, 1949). A falta de mecanismos cognitivos básicos ou de auxílio (seja por parte do ambiente, da família, da escola) para transmissão de conhecimentos das habilidades biologicamente secundárias, prejudica o aprendizado que, inevitavelmente, é mediado pelo organismo.

BIOLOGIZAÇÃO, MEDICALIZAÇÃO E PATOLOGIZAÇÃO DO ENSINO

Ao contrário das explicações que tomam por base a psicologia cognitiva, evolucionária ou mesmo a medicina como ferramentas para compreender o aprendizado, não é incomum encontrar formas de interpretar a educação que partam de pressupostos antagônicos aos já descritos na parte anterior ou que tragam críticas à participação destas áreas na compreensão do contexto educacional. Se, por um lado, é possível encontrar diversas teorias que estabelecem os aspectos sociais como elementos de importância para investigar o ensino, por outro, também

é possível encontrar interpretações que as considerem suficientes. Alguns destes pressupostos têm implicações educacionais pautadas na substituição da psicologia cognitiva clássica pelos aspectos experienciais, questionando o papel dos elementos inatos no comportamento e na cognição humana.

Assim, para algumas linhas educacionais seria necessário avaliar criticamente a intervenção das áreas da saúde (que tomam a biologia por base) dentro do ensino. Este distanciamento se deve por parte destas interpretações colocarem o organismo como um dos centros responsáveis pela aquisição das informações, o que não só poderia obscurecer os demais fatores como acabaria por responsabilizar o aluno pelo seu sucesso ou prejuízo na aprendizagem (Collares & Moyses, 1994; Guarido, 2007; Meira, 2012; Signor et. al, 2017; Lima & Faria, 2019; Manfré, 2019).

Segundo tais abordagens, que comumente se alinham a uma investigação sócio-histórica, ao analisar as características individuais, certas teorias que tomam a biologia como fundamento frequentemente desconsiderariam as influências sociais, “culpando as vítimas” (nestes caso, os estudantes) através de um processo de “biologização do ensino” (Collares & Moyses, 1994). Nestes termos, psicólogos, psiquiatras e demais profissionais da saúde acabariam por caracterizar as dificuldades naturais da aprendizagem em doenças do “não aprender” (Lima & Faria, 2019). Esta atitude desproporcional transformaria a sala de aula em um consultório, minimizando o papel do professor e valorizando os de outras áreas. Alguns trechos, como o de Signor et al. (2017), sintetizam bem este raciocínio:

Abordagens clínicas e educacionais, ao transformarem processos de caráter social em problemas de ordem biológica – patologização da aprendizagem –, geram implicações que não apenas incidem na trajetória escolar dos alunos, mas acabam se estendendo para outras esferas da vida dos sujeitos. Podemos acompanhar crianças que, estigmatizadas como más leitoras, más escritoras, hiperativas, desatentas, entre outras classificações, tornam-se desmotivadas em relação à escola. (p. 749)

Ou ainda, Collares & Moyses (1994):

O termo medicalização refere-se ao processo de transformar questões não-médicas, eminentemente de origem social e política, em questões médicas, isto é, tentar encontrar no campo médico as causas e soluções para problemas dessa natureza. A medicalização ocorre segundo uma concepção de ciência médica que discute o processo saúde-doença como centrado no indivíduo, privilegiando a abordagem biológica, organicista. Daí as questões medicalizadas serem apresentadas como problemas individuais, perdendo sua determinação coletiva. Omite-se que o processo saúde-doença é determinado pela inserção social do indivíduo, sendo, ao mesmo tempo, a expressão do individual e do coletivo. (p. 25)

Conforme os trechos acima, é possível destacar os termos medicalização e patologização do ensino. Segundo o raciocínio desenvolvido, a medicalização seria responsável por tornar o processo educacional algo singular, fornecendo remédios ao aluno com dificuldade e culpando o seu organismo pelos seus problemas no aprendizado (Collares & Moyses, 1994; Lima &

Faria, 2019). Para estas teorias, a valorização desmedida deste enfoque clínico operaria como um discurso de poder que tornaria obscura as raízes sociais dos problemas ligados ao aprendizado (Collares & Moyses, 1994).

Nestes termos, caberia menos ao professor incorporar os conhecimentos psicológicos para encaminhar certos casos à um profissional da área da saúde do que avaliar os problemas econômicos, políticos e sociais que, majoritariamente, seriam os responsáveis pelos déficits no processo de ensino. Vide Collares & Moyses (1994):

A outra maneira de se patologizar a não-aprendizagem consiste nas disfunções neurológicas, sendo os distúrbios de aprendizagem sua forma de expressão mais em moda atualmente. Sobre este assunto, podemos afirmar que até hoje, cem anos depois de terem sido aventados pela primeira vez por um oftalmologista inglês, não se provou sua existência. É uma longa trajetória de mitos, estórias criadas, fatos reais que são perdidos/omitidos... Trata-se de uma pretensa doença neurológica jamais comprovada; inexistem critérios diagnósticos claros e precisos como exige a própria ciência neurológica; o conceito é vago demais, abrangente demais... (pp. 28-29)

Trechos como os mencionados acima são constantemente associados a uma corrente sócio-histórica que apresenta fortes elementos de desconfiança, por exemplo, às causas genéticas, hereditárias ou de alguma forma biológicas do TDAH (Signor et al., 2017). Para tais abordagens, a atuação da biologia é constantemente fundamentada através de uma oposição a fatores ambientais, sociais, ecológicos ou epigenéticos. Assim, avaliam com receio a entrada de variáveis biológicas no campo da educação por estarem comumente associadas a um raciocínio hegemônico de discurso, alinhado a um “positivismo”. Este modo de compreensão científica ignoraria paradigmas mais humanistas, capazes de identificar com maior acurácia os problemas da escola (Signor et al., 2017). Nestes termos, valeria olhar com cuidado para o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais em relação aos seus critérios de diagnóstico para o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e o Transtorno Desafiador Opositivo (TOD). Como visto em Meira (2012):

Apesar de recomendarem alguns cuidados na definição do diagnóstico de TOD, Grevet e cols. (2007) não analisam os próprios conceitos que fundamentam o diagnóstico: desafio e oposição.

Questões vitais não são respondidas, até porque nem sequer são formuladas. A que tipo de ordem se desobedece? Qual o conteúdo da oposição? (...)

(...) Tudo indica que, nessa perspectiva, as relações humanas entre professores e alunos na escola são pensadas apenas a partir de vínculos de dependência, estes, sim, patológicos porque altamente produtores de frustração e alienação. A ausência de reciprocidade e respeito mútuo impede a efetivação de relações saudáveis e humanizadoras.

Estamos diante da total ausência de crítica! Estamos pedindo às crianças que prestem atenção em tudo o que lhes é apresentado, mesmo que esses conteúdos não façam o menor sentido! E, ainda mais: que não se irrite com nada disso, mesmo que por vezes a situação lhes pareça insuportável! (p.140)

A adesão a tais pressupostos implica em um ambiente que nem sempre é receptivo a parte da prática neuropsicológica. Alguns dos instrumentos da área, como testes de inteligência, avaliação diagnóstica, testes neuropsicológicos, encaminhamentos a exames funcionais, dentre outros exames, são constantemente vistas sob suspeita por professores e membros da comunidade escolar. Tal suspeita advém sobretudo de algumas epistemologias do conhecimento socioculturais que tomam a teoria da tábula rasa descrita por Pinker (2003) como base de compreensão das mudanças e diferenças no desempenho escolar.

B) MÉTODOS DE ENSINO

AQUISIÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTOS PELA NEUROPSICOLOGIA

Desde a década de 60 é possível identificar na psicologia cognitiva uma linha de investigação que destaca a defesa da acumulação e da transferência de conhecimentos para o aprendizado. Alguns estudos evidenciam estes resultados. Uma pesquisa empreendida ainda na década de 70 merece destaque. Este estudo, realizado com jogadores de xadrez, avaliou que a superioridade de desempenho de grandes mestres deste esporte, comparativamente a diletantes, não se deve tanto à superioridade estratégica ou de armazenamento e processamento na memória de trabalho, mas da memorização prévia de milhares de jogadas (Simon & Chase, 1973). O efeito desta memorização é evidenciado em situações de torneios relâmpago, quando os jogadores lidam com a pressão do tempo. Nestas circunstâncias, enquanto amadores precisam pensar mais para selecionar a melhor jogada, jogadores experientes dispõem de um amplo estoque previamente armazenado de configurações de jogos, podendo resgatar de forma automática o melhor movimento.

Estudos como este demonstram a importância da aquisição de informações prévias, podendo estas serem repassadas tanto pelo professor, pais, colegas ou mesmo pelo aluno, através da memorização e repetição de exercícios. Tais resultados podem ser corroborados por outros tipos de análise. Hattie (2008) analisou cerca de 800 pesquisas contendo meta-análise que avaliavam o desempenho escolar em diversas matérias. Os resultados apontam que intervenções educacionais pautadas em componentes instrucionais costumam ter uma maior eficiência comparativamente com aquelas que são contrárias à prática.

Contemporaneamente, parte da valorização do conhecimento instrucional enaltecido pela neuropsicologia pode ser identificada em Willingham (2009) ao alertar para o perigo da sobrecarga da memória de trabalho quando estudantes são submetidos a uma tarefa à qual não

estão acostumados. Metodologias menos sistematizadas, baseadas, por exemplo, no modelo *Problem Based Learning* (PBL), podem não ser uma boa alternativa para estudantes com dificuldade em reter certos conhecimentos na memória de trabalho.

A valorização do conhecimento instrucional também é identificada através dos métodos instrucionais de alfabetização (Ehri, 2001). Alguns estudiosos da neurociência chegam a não recomendar metodologias de alfabetização pautadas em noções construtivistas (Dehaene, 2012).

Parte desta crítica pode ser transposta para o campo da cognição numérica. Evidências sugerem que o sistema numérico/aritmético é organizado hierarquicamente e composicionalmente (Dowker, 2015). O ensaio dos fatos aritméticos é uma capacidade fundamental para aquisições futuras, como cálculo de múltiplos dígitos e solução de problemas verbalmente formulados (Raghubar et al., 2009; Verschaffel et al., 2015). Ao mesmo tempo, alguns casos raros de discalculia do desenvolvimento apresentam prejuízos muito específicos nos fatos aritméticos (Temple, 1991; De Visscher & Noël, 2013).

O processo de aquisição dos fatos aritméticos foi modelado experimentalmente em jovens adultos de modo que eles aprendessem os fatos da multiplicação em várias sessões (Zamarian et al., 2009). No início do processo, a fMRI registra níveis mais altos de ativação nas regiões pré-frontais associadas ao processamento controlado. A medida que o indivíduo adquire proficiência na tarefa, o foco de ativação se move para as regiões corticais posteriores, especialmente o giro angular esquerdo (Grabner et al., 2009).

Métodos de neuroimagem também foram utilizados para investigar a aquisição de fatos aritméticos por crianças em diferentes idades e estágios do processo de aprendizagem. Em geral, os resultados corroboraram a progressão do processamento controlado nas áreas pré-frontais para o processamento automático presumido nas áreas corticais posteriores (Rivera et al., 2005). Tais pressupostos valorizam a importância do conhecimento armazenado para o aprendizado.

No entanto, estudos com crianças têm chamado a atenção para uma diferença importante em comparação com pesquisas com adultos. Pesquisas com crianças em diferentes fases da aquisição dos fatos aritméticos indicam que, durante esse processo, é observado um padrão temporário de ativação do hipocampo (Cho et al., 2012, Qin et al., 2014). Isso contrasta com estudos com adultos, nos quais nenhuma ativação do hipocampo foi detectada (Menon, 2015; De Smedt, 2016). A ativação do hipocampo durante o aprendizado de fatos aritméticos se encaixa bem com o papel que essa estrutura desempenha na consolidação de informações na memória de longo prazo. A natureza transitória da ativação do hipocampo em crianças e sua

ausência em adultos sugere que pode haver uma espécie de janela de oportunidade para o desenvolvimento de funções relacionadas à memória do hipocampo, importantes para a aquisição de fatos aritméticos.

Os resultados da neuropsicologia cognitiva aplicada às metodologias de ensino são claros: a aquisição dos fatos aritméticos não é apenas uma habilidade fundamental para futuros desenvolvimentos matemáticos, é um processo complexo, dependente da experiência e mediado por sistemas neurais distintos, a um custo de esforço considerável.

Assim, não há porque ignorar a transmissão de conhecimentos em nome de quaisquer objetivos.

CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO E A DEFESA DA AUTONOMIA

Ao contrário do que foi apresentado mais acima, é possível encontrar diversas vertentes educacionais que rejeitam ou apontam para certa descrença nos métodos instrucionais, baseados na transmissão de conhecimentos, informações e conceitos por parte do professor. Algumas delas identificam que vertentes baseadas neste método devem ser evitadas como modelo de ensino, caso contrário, trariam problemas ao aprendizado. É possível identificar elementos desta descrença mesmo em autores clássicos e muito influentes do construtivismo ou de outras vertentes educacionais. Como relatado por D. Klahr e M. Nigam (2004), Piaget chega a estabelecer que “cada vez que alguém ensina de forma prematura a uma criança algo que ela poderia ter descoberto por conta própria, a criança é privada de inventá-lo e, conseqüentemente, de compreendê-lo completamente” (p. 661). Através deste raciocínio, caberia às metodologias valorizar mais a criatividade e inventividade da criança contra um processo de aquisição de informações capaz de tornar o aluno mais passivo no processo de ensino e aprendizagem.

Entre os autores que compartilham de parte destas ideias está o atual patrono da educação brasileira, Paulo Freire. Segundo Freire (2011), o professor dentro de sala deve ter em mente que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (p. 33). A partir deste panorama, Freire estabelecerá fortes críticas a uma perspectiva de ensino onde o professor se julga detentor do conhecimento. Em seu livro mais famoso, uma das obras mais citadas em trabalhos educacionais, Freire (1974) estabelece:

Só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente que os homens fazem no mundo, com o mundo e com os outros. Busca esperançosa também.

Na visão “bancária” da educação, o “saber” é uma doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber. Doação que se funda numa das manifestações instrumentais da ideologia da opressão – a absolutização da ignorância, que constitui o que chamamos de alienação da ignorância, segundo a qual esta se encontra sempre no outro. (p. 66-67)

Desta forma, o professor não deveria agir como um transmissor de informações e conhecimento dentro do ambiente escolar. Cabe a ele mostrar as possibilidades para que o estudante, de forma livre e autônoma, organize-se no espaço.

Perceber isso seria compreender que o aluno já possui uma carga de conhecimentos e experiências prévias que não devem ser ignorados. Aquele que monitora as aulas não deve estrangulá-las, subvertendo o ensino e aprendizagem para um propósito hierárquico autoritário. Este foi, inclusive, o tema de um livro denominado *Extensão ou Comunicação*, no qual Freire (1983) tece fortes críticas ao conhecimento extensionista justamente por se pautar em uma ideia “messiânica” de conhecimento que apenas tornaria os que estão em sala (ou em qualquer ambiente que demande o aprendizado) mais inferiorizados.

O quadro abaixo busca mapear alguns dos problemas com o termo *extensão* elencados por Freire. A coluna direita foi extraída do trabalho de Freire (1983) em que o autor associa o conceito de extensão a estas definições, já a da esquerda foi criada com intuito de clarear quais elementos se associariam ao conceito.

Tabela 8: Problemas da Extensão segundo Freire

Problemas da Extensão	
a) pressupostos adotados pelo professor	<ul style="list-style-type: none"> ● Transmissão ● Sujeito Ativo ● Messianismo (por parte de quem estende) · ● Superioridade (do conteúdo de quem entrega)
b) Método	<ul style="list-style-type: none"> ● Conteúdo (que é escolhido por quem estende) ● Mecanismo (na ação de quem estende) ● Entrega (de algo que é levado por um sujeito que se encontra “atrás do muro” àqueles que se encontram “além do muro”, “fora do muro” - daí que se fale em atividades extramuros)
c) Impacto no estudante	<ul style="list-style-type: none"> ● Recipiente (do conteúdo) ● Inferioridade (dos que recebem) ● Invasão Cultural (através do conteúdo levado, que reflete a visão de mundo daqueles que levam, que se superpõe à daqueles que passivamente recebem)

(Coluna direita: Freire, 1983, p.22)

Baseado em premissas como as de cima, que apontam para um risco da transferência de conhecimento, alguns pedagogos têm defendido o método de aprendizagem por descoberta em detrimento do aprendizado instrucional. Para eles, enquanto este se pautaria em modelo ultrapassado e monótono em que o professor ministra suas aulas transmitindo informações e conteúdo, aquele se basearia em uma atividade participativa onde o estudante, mediado pelo seu meio, buscaria articular seu conhecimento problematizando as situações e questionando o mundo ao redor através de uma comunicação dialógica (Freire, 1974).

Em nome da autonomia do estudante, diversos autores descreveram que os objetivos dos métodos de ensino deveriam se centrar mais na aquisição de habilidades gerais, como o pensamento ou raciocínio crítico. Neste cenário, surgiu uma forte oposição a habilidades consideradas mais básicas, que acabaram por perder espaço. Hans Furth (1972) parece ter interpretado Piaget através desta fórmula. Segundo o autor, no período de inteligência operatória (que iria aproximadamente dos 5 aos 10 anos) não deveríamos focar em uma modalidade de conhecimento específico, como a leitura, mas em habilidades gerais. Assim, o objetivo principal da escola neste período deveria ser o de fornecer uma formação perante o pensamento ou o raciocínio, privilegiando o desenvolvimento destas atividades em contraposição ao ensino da leitura, por exemplo, vista como uma habilidade mais limitada que não contribuiria tanto para a aquisição de habilidades mais complexas (Furth, 1972). Segundo Furth (1972), “a leitura em si não exige grande esforço intelectual” (p. 24). Outros trechos também revelam como Furth (1972) entende o que deve ou não ser priorizado nas metodologias de ensino:

Concluindo, o objetivo precípua das escolas primárias deve ser o fortalecimento do pensamento - a base sobre a qual assenta a aprendizagem de qualquer disciplina particular. Para isso, os governos, os professores e a sociedade em geral precisam compreender melhor o desenvolvimento natural da mente infantil. Ademais, se a meta da educação for realçar e alimentar a capacidade mental da criança, a escola não pode considerar a competência no ler e escrever como critério imediato de sucesso.

(...) Em outras palavras, essa criança compreenderá espontaneamente o valor da leitura e aprenderá a ler com a facilidade e autodidatismo de muitas crianças que ainda não tem idade escolar, mas em cujos lares a leitura é atividade rotineira. (p. 22)

Ainda que de forma distinta da encontrada no trecho acima, parte da prioridade a estas habilidades mais gerais não está somente no papel e podem ser vistas mesmo na opinião dos professores brasileiros.

Quando perguntados sobre as maiores finalidades da educação, apenas 8,9% disseram que é a de proporcionar conhecimentos básicos, e só 16,7% assinalaram que seria o de transmitir conhecimentos atualizados e relevantes (Unesco, 2004). Em contrapartida, cerca de 60,5%

destes profissionais acreditam que, dentre as principais tarefas, está a de desenvolver a criatividade e o espírito crítico, habilidades que são comumente associadas a um maior autodidatismo do aluno (Unesco, 2004).

Através do embasamento teórico apresentado, é possível compreender por que parte dos profissionais da educação se manifestam contrariamente à transmissão de conhecimentos, tida frequentemente como forma de aprendizado mais limitada, menos original, que cria laços de dependência entre o professor e o aluno. Considerando que boa parte destes trabalhos conta com centenas de citações, é possível compreender o antagonismo entre as duas vertentes educacionais apresentadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos elementos descritos ao longo do capítulo, é possível identificar claramente a existência de uma ruptura entre paradigmas educacionais vigentes. Tal situação nem sempre coloca a neuropsicologia escolar em um campo confortável. Considerando as diferenças entre pressupostos metodológicos e epistemológicos apresentados, é possível compreender que linhas educacionais alternativas formuladas por autores extremamente citados no campo educacional adotam, por vezes, uma perspectiva teórica oposta à neuropsicológica.

Enquanto certas abordagens têm forte descrença ou ressalvas aos métodos e diagnósticos fornecidos pelas disciplinas que tomam a biologia e a psicologia por base (psiquiatria, psicologia cognitiva, neurologia), a neuropsicologia tem buscado justamente referendar sua análise em função dos métodos fornecidos por estas disciplinas e, mais recentemente, pela neurociência. Além disso, é possível também identificar um hiato entre diversas revisões que valorizam os métodos instrucionais caracterizados pela transmissão do conhecimento (desde a alfabetização ao ensino de contas matemáticas) comumente adotadas pela neuropsicologia, com as que criticam tais métodos em nome de um processo de ensino mais autônomo e “crítico”.

A divergência entre paradigmas demonstra a importância de métodos científicos capazes de testar hipóteses e avaliar a superioridade de um modelo sobre outro através de investigações independentes. Caso contrário, corre-se o risco de um achincalhamento teórico sem fundamento, ignorando as evidências interdisciplinares de certos campos científicos. Neste cenário, a exclusão de áreas do conhecimento serão iminentes, incitando uma politização acadêmica que simplifica a ciência entre os opressores e oprimidos.

REFERÊNCIAS

- Anderson, M. L. (2010). Neural reuse: A fundamental organizational principle of the brain. *Behavioral and brain sciences*, 33(4), 245-266.
- Beddington, J., Cooper, C. L., Field, J., Goswami, U., Huppert, F. A., Jenkins, R., ... & Thomas, S. M. (2008). The mental wealth of nations. *Nature*, 455(7216), 1057.
- Chase, W. G., & Simon, H. A. (1973). Perception in chess. *Cognitive psychology*, 4(1), 55-81.
- Cho, S., Metcalfe, A. W., Young, C. B., Ryali, S., Geary, D. C., & Menon, V. (2012). Hippocampal–prefrontal engagement and dynamic causal interactions in the maturation of children's fact retrieval. *Journal of cognitive neuroscience*, 24(9), 1849-1866.
- Collares, C. A. L., & Moysés, M. A. A. (1994). A transformação do espaço pedagógico em espaço clínico: a patologização da educação. *Série ideias*, 23, 25-31.
- De Smedt, B. (2016). Individual differences in arithmetic fact retrieval. In D. B. Berch, D. C. Geary, & M. Koepke, M. (eds.) *Development of mathematical cognition. Neural substrates and genetic influences* (pp. 219-242). San Diego: Academic.
- De Visscher A, Noël MP. A case study of arithmetic facts dyscalculia caused by a hypersensitivity-to-interference in memory. *Cortex*. 2013 Jan;49(1):50-70. doi: 10.1016/j.cortex.2012.01.003.
- Dehaene, S. (2007). Symbols and quantities in parietal cortex: Elements of a mathematical theory of number representation and manipulation. *Sensorimotor foundations of higher cognition*, 22, 527-574.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (2007). Cultural recycling of cortical maps. *Neuron*, 56(2), 384-398.
- Dehaene, S. (2012). Os neurônios da leitura. *Porto Alegre: Penso.n*, 22, 527-574.
- Dowker, A. (2015). Individual differences in arithmetical abilities. The componential nature of arithmetic. In R. Cohen Kadosh & A. Dowker (Eds.), *The Oxford Handbook of Mathematical Cognition* (pp.862-878)). Oxford : Oxford University Press.
- Ehri, L. C., Nunes, S. R., Stahl, S. A., & Willows, D. M. (2001). Systematic phonics instruction helps students learn to read: Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Review of educational research*, 71(3), 393-447.
- Freire, P. (1974). *Pedagogia do oprimido*. . Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, P. (1983). *Extensão ou comunicação* (8a ed).Rio de Janeiro Editora Paz e Terra.
- Freire, P. (2011). *Pedagogia da autonomia*. São Paulo: Paz e Terra.
- Furth, H. G., & Garschagen, D. M. (1972). *Piaget na sala de aula*.

Geary, D. C., & Geary, D. C. (2007). Educating the evolved mind. *Educating the evolved mind*, 1-99.

Grabner, R. H., Ansari, D., Koschutnig, K., Reishofer, G., Ebner, F., & Neuper, C. (2009). To retrieve or to calculate? Left angular gyrus mediates the retrieval of arithmetic facts during problem solving. *Neuropsychologia*, 47(2), 604-608.

Guarido, R. (2007). A medicalização do sofrimento psíquico: considerações sobre o discurso psiquiátrico e seus efeitos na Educação. *Educação e pesquisa*, 33(1), 151-161.

Haase, V. G., & Carvalho, M. R. S. (2018). Genetics of dyscalculia. 2: In search of endophenotypes. *The international handbook of math learning difficulties: From the lab to the classroom*. São Paulo, Brazil: Springer.

Hattie, J. A. C. (2008). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge.

He, Y., Wang, J., Wang, L., Chen, Z. J., Yan, C., Yang, H., ... & Evans, A. C. (2009). Uncovering intrinsic modular organization of spontaneous brain activity in humans. *PloS one*, 4(4), e5226.

Hebb, D. O. (1949), *The organization of behavior*, New York: Wiley

Ioschpe, G. (2014). O que o Brasil quer ser quando crescer?: E outros textos sobre educação e desenvolvimento. *Objetiva*.

Ismail FY, Fatemi A, Johnston MV. Cerebral plasticity: Windows of opportunity in the developing brain. *Eur J Paediatr Neurol*. 2017 Jan;21(1):23-48. doi: 10.1016/j.ejpn.2016.07.007.

Johnston MV. Clinical disorders of brain plasticity. *Brain Dev*. 2004 Mar;26(2):73-80.

Kere, J. (2014). The molecular genetics and neurobiology of developmental dyslexia as model of a complex phenotype. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 453, 236-243.

Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological science*, 15(10), 661-667.

Krebs, N. (2011). Our best shot at truth: Why humans evolved mathematical abilities. In *Essential building blocks of human nature* (pp. 123-141). Springer, Berlin, Heidelberg.

Lima, W. P., & de Faria, G. G. G. (2019). • Medicalização e fracasso escolar: introdução à construção do discurso hegemônico. *Itinerarius Reflectionis*, 15(1), 01-17.

Mandelbaum, E. (2013). Numerical architecture. *Topics in cognitive science*, 5(2), 367-386.

Manfré, A. H. (2019). Eles precisam de remédio? O discurso medicalizante na escola contemporânea. *Revista Educação, Artes e Inclusão*, 15(2), 26-49.

Marrou, H. I (2017). *História da educação na antiguidade*. Kirion.

- Meira, M. E. M. (2012). Para uma crítica da medicalização na educação. *Psicologia Escolar e Educacional*, 136-142.
- Menon, V. (2015). Arithmetic in the child and adult brain. In R. Cohen-Kadosh, & A. Dowker (Eds.), *The Oxford handbook of mathematical cognition*. Oxford: Oxford University Press.
- Moura, R., Lopes-Silva, J. B., Vieira, L. R., Paiva, G. M., Prado, A. C. D. A., Wood, G., & Haase, V. G. (2014). From “five” to 5 for 5 minutes: Arabic number transcoding as a short, specific, and sensitive screening tool for mathematics learning difficulties. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 30(1), 88-98.
- Noël, M. P., & Rousselle, L. (2011). Developmental changes in the profiles of dyscalculia: an explanation based on a double exact-and-approximate number representation model. *Frontiers in human neuroscience*, 5, 165.
- Paracchini, S., Diaz, R. & Stein, J. (2016). Advances in dyslexia genetics - New insights into the role of brain asymmetries. *Advances in Genetics*, 96, 53-97, (doi: 10.1016/bs.adgen.2016.08.003).
- Parsons, S., & Bynner, J. (2005). Does numeracy matter more?.
- Pinker, S. (2003). *The blank slate: The modern denial of human nature*. Penguin.
- Pinker, S. (2018). *Como a mente funciona*. editora Companhia das Letras.
- Pisa 2015 (OCDE). *Resumo de resultados nacionais do PISA 2015*.
- Plomin, R. (2019). *Blueprint: How DNA makes us who we are*. Mit Press.
- Qin, S., Cho, S., Chen, T., Rosenberg-Lee, M., Geary, D. C., & Menon, V. (2014). Hippocampal-neocortical functional reorganization underlies children's cognitive development. *Nature neuroscience*, 17(9), 1263.
- Raghubar, K., Cirino, P., Barnes, M., Ewing-Cobbs, L., Fletcher, J., & Fuchs, L. (2009). Errors in Multi-Digit Arithmetic and Behavioral Inattention in Children With Math Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 42, 356-371.
- Rivera, S. M., Reiss, A. L., Eckert, M. A., & Menon, V. (2005). Developmental changes in mental arithmetic: evidence for increased functional specialization in the left inferior parietal cortex. *Cerebral Cortex*, 15, 1779-1790.
- Signor, R. D. C. F., Berberian, A. P., & Santana, A. P. (2017). A medicalização da educação: implicações para a constituição do sujeito/aprendiz. *Educação e Pesquisa*, 43(3), 743-763.
- Signor, R. D. C. F., Berberian, A. P., & Santana, A. P. (2017). A medicalização da educação: implicações para a constituição do sujeito/aprendiz. *Educação e Pesquisa*, 43(3), 743-763.
- Temple, C. (1991). Procedural dyscalculia and number fact dyscalculia: double dissociation in developmental dyscalculia. *Cognitive Neuropsychology*, 8, 155-176.

Verschaffel, L., Depaepe, F., & van Dooren, W. (2015). Individual differences in word problem solving. In R. Kadosh & A. Dowker (eds.) *The Oxford handbook of numerical cognition* (pp.). Oxford: Oxford University Press.

Williams, J. M. G., Watts, F. N., MacLeod, C., & Mathews, A. (1988). *Cognitive psychology and emotional disorders*. John Wiley & Sons.

Willingham, D. T. (2009). *Por Que os Alunos não Gostam da Escola?*. Penso Editora.

Zamarian, L., Ischebeck, A., & Delazer, M. (2009). Neuroscience of learning arithmetic - Evidence from brain imaging studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 909-925.

Capítulo 7 - O ensino público brasileiro é inclusivo com as crianças com dificuldade de aprendizagem?⁵

Taís Marçal de Freitas, Henrique Simplício e Vitor Haase

INTRODUÇÃO

Os resultados educacionais brasileiros em testes internacionais demonstram que o ensino no país encontra desafios. Condições sociodemográficas como pobreza, baixos índices de engajamento educacional, ainda muito presentes no país, podem agravar ainda mais este problema, criando um cenário que acirra outras limitações ou dificuldades existentes. Estes aspectos do subdesenvolvimento operam enquanto condições de vulnerabilidade, manifestando-se, por exemplo, através da violência familiar, baixo poder aquisitivo e falta de bens culturais que permitirão à criança crescer em um ambiente mais rico de estímulos. Conforme discutimos ao longo dos capítulos anteriores, estas limitações são apenas uma parte do problema.

Algumas dificuldades durante o aprendizado podem ser provenientes de fatores específicos do indivíduo, incluindo problemas de locomoção, fala, até dificuldades durante a aprendizagem. Algumas destas alterações, enviesam o processamento de informações e projetam demandas adicionais durante o ensino, avaliação e mesmo no contato com demais colegas. Professores, diretores, técnicos educacionais e demais membros da comunidade escolar, nem sempre estão capacitados a identificar ou lidar com estes cenários. Não raramente, deparar-se com crianças

⁵ Capítulo em etapa final de revisão do Livro *Pedagogia do Sucesso (Vol.2): Educação, Sistema educacional e Política* (2022).

com algum tipo de dificuldade de aprendizagem transforma-se em um elefante na sala para gestores educacionais.

Nos últimos anos, o debate sobre a inclusão de crianças e jovens com transtornos e dificuldades de aprendizagem se intensificou. Temas como o acesso de pessoas com dificuldades graves e persistentes no ensino começaram a ganhar popularidade, sendo fonte de intervenções do poder público. O aumento do interesse pelo tema aparece em um momento oportuno e delicado. Oportuno pelo fato de que a melhoria das condições de ensino destes jovens representa não apenas um mecanismo formal de acessibilidade no aprendizado, mas também um ferramenta de ascensão social e econômica. Contudo, é também delicado pelo fato de que, infelizmente, muitas crianças, sejam as que possuem desenvolvimento típico ou as que apresentam alguma forma de deficiência, ainda esbarram em fortes barreiras para promoção de resultados satisfatórios no ensino brasileiro.

Considerando a presença de regras institucionais que defendem a promoção de um modelo de ensino inclusivo de educação, o presente trabalho pretende responder a seguinte pergunta: em que medida o ensino público brasileiro é inclusivo com os estudantes que mais possuem dificuldades com a aprendizagem? É possível notar alguma discrepância entre a estrutura normativa, sua aplicação e a verdadeira acessibilidade destas crianças?

Através das experiências clínicas, educacionais e acadêmicas dos autores, este capítulo tem por objetivo responder as perguntas acima passando por três aspectos: a) Poder público e a acessibilidade; b) Indicadores Nacionais de ensino; c) Metodologias e tecnologias de ensino. Na parte final do capítulo, estabeleceremos uma síntese em função das informações e do raciocínio construído.

A) PODER PÚBLICO E ACESSIBILIDADE

Ao longo das normas que regem a educação do país, é possível identificar que, no plano das ideias, a defesa de uma acessibilidade e inclusão daqueles que possuem dificuldade encontra-se contemplada. O Brasil é um dos países signatários da Organização das Nações Unidas (ONU) desde sua fundação em outubro de 1945. De acordo com a ONU (2018), todo ser humano, incluindo aqueles que mais possuem dificuldades, deveria ter acesso à instrução básica “gratuita” previsto na declaração de direitos humanos de 1948. Países deveriam se mobilizar para implementar políticas educacionais efetivas, ampliando o ensino e, potencialmente, o aprendizado. Para alcançar essa meta, foi definida uma agenda “educação 2030” que foi adotada

pela comunidade internacional e que objetiva garantir a inclusão e equidade no contexto educacional até o respectivo ano (UNESCO, 2017). Dentre os objetivos dessa agenda estão algumas metas ousadas que incluem o acesso universal à leitura e a igualdade no acesso à educação em todo o mundo. Esta agenda também busca maior inclusão de crianças e jovens que apresentam deficiências de aprendizagem durante os próximos anos (UNESCO, 2017).

Contudo, percebe-se que essa realidade aparece ainda muito como distante. Ainda hoje, milhares de crianças e adultos continuam privados de oportunidades educacionais. Calcula-se que 262 milhões de crianças e jovens ainda se encontrem fora do ambiente escolar (UNESCO, 2017). Para a Unesco (2017), cada país deve ser considerado responsável por montar estratégias políticas para garantir o acesso destas crianças ao aprendizado. Desta forma, caberia aos governantes e gestores imbuídos de autoridade pública promover políticas públicas orientadas na consecução destas metas.

O acesso ao ensino no Brasil vem passando por modificações importantes desde o século passado. Desde 1930, medidas foram tomadas para expandir o sistema público de educação (Trevisol & Mazzioni, 2018). Nesse documento, o país assume compromissos com a erradicação do analfabetismo e com a universalização da educação básica no país, considerando-a como um direito fundamental e um dever compartilhado entre o Estado, a Família e a Sociedade. Através da constituinte de 88 o Estado declara também a gratuidade e obrigatoriedade do ensino básico (BRASIL, 1988). Para isso, o documento aponta como necessidade assegurar conteúdos básicos no ensino no país.

Com o propósito de alcançar requisitos mínimos na educação a nível nacional, em 1996 a Lei de Diretrizes e Bases determinou que a educação básica em todo o país deve seguir uma base nacional comum. Dessa perspectiva, cada aluno, independente de classe social ou questões geográficas, deveria atingir o conhecimento e habilidades mínimas estipuladas como adequadas para aquela faixa etária (Brasil, 1998). Como uma maneira de viabilizar esse projeto, foi criada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com o intuito de estabelecer os conteúdos necessários balizando a educação no país e garantindo que seja oferecido a todos um nível básico adequado de educação. Esse documento foi criado com o propósito de estabelecer conteúdos e habilidades que deveriam ser estimuladas nas diferentes etapas da aprendizagem, orientando o conteúdo programático do ano letivo de diferentes escolas para a formulação das práticas dos professores e demais profissionais da educação (Brasil, 2018). Neste documento, a inclusão e acessibilidade são temas caros aos documentos:

De forma particular, um planejamento com foco na equidade também exige um claro compromisso de reverter a situação de exclusão histórica que marginaliza grupos – como os povos indígenas originários e as populações das comunidades remanescentes de quilombos e demais afrodescendentes – e as pessoas que não puderam estudar ou completar sua escolaridade na idade própria. Igualmente, requer o compromisso com os alunos com deficiência, reconhecendo a necessidade de práticas pedagógicas inclusivas e de diferenciação curricular, conforme estabelecido na Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015)¹⁴. (Brasil, p.15-16)

No Brasil, a constituição de 1988 prevê que as crianças com deficiência e ou dificuldade de aprendizagem devem ter acesso a uma educação de qualidade e que isso seja feito de maneira que supra suas necessidades (Brasil, 1998). Nos últimos anos, vem-se desenvolvendo várias políticas que buscam de diferentes maneiras atingirem esse objetivo. Entretanto, a escolarização dessas crianças ainda passa por inúmeros obstáculos. Com frequência essas crianças não são devidamente incluídas como deveriam nesses espaços e não obtêm a aprendizagem esperada (Van Herwegen et. al, 2019).

Apesar da legislação e dos documentos normativos que visam alcançar esta maior inclusão e acessibilidade, alguns dados atuais apontam que nossos resultados estão longe de serem atingidos no território brasileiro. Conforme apresentado nesta obra, documentos como a BNCC podem propor soluções extremamente generalistas, furtando-se a direcionamentos mais específicos de informações típicas que comporiam um conteúdo. Este problema também pode ser identificado em legislações educacionais que dizem promover certas condições de ensino pautadas na qualidade ou acessibilidade, porém, apresentam-se incapazes de proporcionar um *know-how* de como fazê-lo ou uma infraestrutura básica apta a proporcionar condições adequadas de trabalho.

Ao longo das últimas décadas, o país encontrou diversos obstáculos no que diz respeito à educação, mostrando grandes diferenças entre renda e concentrações demográficas no país (Filho & Araujo, 2017), além de graves problemas de desempenho. Problemas como evasão e atraso escolar perduram proporcionando dificuldades adicionais naqueles que possuem limitações para permanecer na escola (Ferraro e Machado, 2002; Filho e Araújo, 2017). Parte dessa dificuldade não está apenas em acessar a educação, mas também obter uma de qualidade com resultados satisfatórios. Existem limitações desde o acesso às escolas, uma vez que os pais relatam dificuldades na matrícula, além de um ensino de qualidade, em que as crianças relatam que não compreendem o que lhes é ensinado.

Os professores e funcionários da educação, por sua vez, apontam dificuldades relatando que não podem sozinhos acolher todas as demandas dessas crianças que necessitam de atenção individualizada. As dificuldades são variadas e cada caso exige um tipo de suporte diferente, em alguns casos, o estudante não consegue ler, em outros apresentam dificuldade de processamento de informação falada, para outros, a dificuldade está na comunicação, outros ainda na socialização com os colegas e, por fim, há crianças em que todas estas dificuldades se manifestam em algum nível.

Outra dificuldade relatada pelos professores é que não recebem suficiente treinamento e especializações para oferecerem intervenções e estratégias adequadas a esses alunos (Joshua & Dominic, 2019). Em geral, são poucos os professores da educação básica que em algum momento não vão se deparar com a tarefa de ensinar a um aluno com demandas especiais, porém, poucos são os que são treinados pelas suas formações para trabalhar e utilizar de tecnologias necessárias na educação dessas crianças (Kosh, 2017).

Nestes termos, é possível concluir até o momento que, embora o Estado brasileiro caminhe na direção de assegurar uma ordem normativa de proteção às crianças com dificuldades, ainda existem muitas dificuldades nesse percurso.

B) RESULTADOS E INDICADORES NACIONAIS

Nas últimas décadas a qualidade da educação oferecida no Brasil às crianças com dificuldades de aprendizagem tem sido colocada em cheque tendo em vista seus resultados nada favoráveis. Estes resultados podem ser traduzidos em diferentes instâncias, desde o ensino fundamental ao médio. Indicadores como o PISA (Program for International Student Assessment) desenvolvido pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) examinam como está o desempenho de adolescentes de 15 anos em atividades de matemática, leitura e ciências. Esse exame tem como objetivo aferir e comparar a qualidade do ensino entre países e pode gerar um retrato do sistema educacional de uma perspectiva externa, fornecendo dados comparativos. No ano de 2015 o Brasil ocupou a posição 66 de 73 países. As médias dos alunos brasileiros nos exames não têm melhorado durante os últimos anos, se mantendo estável desde 2000 em matemática, 2006 em Ciências e 2012 em Leitura. (OCDE, 2017). Além de baixo conhecimento prévio ao exame, fatores adicionais podem ser avaliados como responsáveis por estes resultados.

Há resultados indicando que os estudantes brasileiros apresentam desde dificuldades na interpretação e compreensão da prova, ao manejo do tempo (Pietra & Colaboradores, 2018). Os alunos brasileiros erram muito nas questões iniciais da prova o que indica que a aprendizagem sobre como funciona a avaliação ocorre ao longo do próprio exame. Esses estudantes também apresentam uma queda de desempenho no decorrer da prova, o que pode apontar diminuição motivacional durante o teste. Esses fenômenos são vistos principalmente em alunos de escolas públicas aqui no Brasil. O mesmo fenômeno não tem ocorrido com a mesma intensidade em países desenvolvidos (Pietra & Colaboradores, 2018)

Outro indicador importante para compreender parte dos problemas educacionais no Brasil encontra-se no Índice de Analfabetismo Funcional (Inaf). O analfabetismo funcional pode ser caracterizado pela incapacidade de compreender e interpretar textos, realizar operações matemáticas básicas no cotidiano, ainda que consiga que o indivíduo seja capaz de decodificar letras e números (Inaf, 2018). Os altos índices de analfabetismo funcional implicam na existência de um obstáculo no processo de ensino. Como veremos, em alguns casos, este índice indica que apesar de frequentar as escolas, os alunos não possuem habilidades mínimas de leitura e compreensão. Esse relatório mostra que há ainda uma grande quantidade de jovens e adultos que conseguem fazer o uso da leitura e da matemática em suas tarefas do cotidiano apenas de modo rudimentar, de maneira que, poderíamos estimar que 3 em 10 pessoas no país podem ser considerados analfabetos funcionais no ano de 2018 (Inaf, 2018).

Segundo dados do Instituto Paulo Monte Negro, cerca de 13% dos alunos do ensino médio possuem desempenho proporcional ao de alunos com analfabetismo funcional. Número próximo, mas ainda superior ao de jovens que conseguem alcançar níveis adequados em proficiência (12%). Isso significa dizer que, mesmo após frequentar mais de 10 anos escolares, a criança continua sem saber ler, escrever ou fazer contas corretamente. Esses dados não se restringem à educação básica, mas também se ampliam para a educação superior. Apenas 34% das pessoas que chegam ao ensino superior podem ser consideradas proficientes pela escala do Inaf (2018).

Através dos dados acima é possível afirmar que, atualmente, os desafios educacionais brasileiros consistem na superação de problemas básicos que ainda estão muito distantes de serem resolvidos. Estes desafios incluem desde a alfabetização na idade correta, até a redução dos elevados níveis de analfabetismo funcional. As soluções para estes problemas passam desde

o investimento adequado dos recursos públicos aplicados à educação, até a adaptação de estratégias eficientes de ensino.

Ao se tratar de crianças com algum tipo de deficiência é possível imaginar desafios complementares. Crianças com deficiências, quando comparadas a crianças típicas da mesma faixa etária, estão menos presentes no ambiente escolar. Esse fenômeno é ainda mais acentuado em países subdesenvolvidos e emergentes como o Brasil. Aqui, onde uma elevada desigualdade e baixos indicadores sociais se fazem presentes, há uma grande dificuldade no acesso de serviços assistenciais de qualidade. Desta forma, não apenas a educação deve ser levada em conta, mas também o apoio e suporte que essas famílias recebem para lidar com a deficiência (Mizunoya e Colaboradores, 2018). Mizunoya e colaboradores (2018) apontam que em países em desenvolvimento, a média da presença de crianças com transtornos cai cerca 30.9% do ensino primário para o ensino secundário, e muitas crianças com deficiências nem mesmo chegam a iniciar seu percurso escolar.

Estes dados indicam que um grande problema para a presença e permanência dessas crianças e jovens com dificuldades na aprendizagem, encontra-se na capacidade do sistema de ensino incorporá-las através de políticas efetivas de assistência (Mizunoya, et. al. 2018). A falta de infra-estrutura local, somado a baixa capacitação dos profissionais e de um corpo técnico especializado compõem a dinâmica do cotidiano escolar de parte significativa das escolas do país (Minou, 2001). Tais fatores tornam ainda mais desafiador quando há necessidade de atender demandas específicas, não só das crianças mas também de familiares que enxergam no poder público a principal ou única alternativa de auxílio.

c) METODOLOGIAS E TECNOLOGIAS DE AUXÍLIO

Um dos problemas ligados ao ensino de crianças com dificuldade de aprendizagem, está na limitação do processamento de informações destes alunos. Realizar tarefas muito complexas, que demandam alta carga de processamento mediado pode ser uma tarefa árdua para estas crianças. Metodologias que prezam pela aprendizagem sem erro podem ajudar bastante no ensino de crianças com dificuldades. Estas metodologias estabelecem um ensino guiado que tem como propósito evitar a frustração do estudante diante de uma atividade muito difícil. Através delas, o conteúdo é transmitido ao aluno a partir dos aspectos mais básicos, aumentando gradativamente a dificuldade do conteúdo. Assim, elevam-se as chances para que o estudante compreenda e possa ir aos poucos tomando gosto pelo aprendizado de certo conteúdo.

É evidenciado na literatura que essas crianças necessitam frequentemente de materiais de apoio especializados e individualizados que são adaptados às necessidades de cada criança para proporcionar uma aprendizagem efetiva assim como também possibilita uma maior autonomia e engajamento desses alunos na educação. (Joshua & Dominic, 2019)

Uma das ferramentas que podem também auxiliar tanto os estudantes quanto professores, encontra-se nas tecnologias de ensino. Não há dúvidas de que as tecnologias podem contribuir muito para o aprendizado, desde por exemplo, o ensino da programação, metodologias guiadas, até técnicas de reabilitação e ensino orientado para crianças com dificuldades. Estes últimos são chamados de tecnologias assistivas.

Tecnologias Assistivas é um termo “guarda-chuva” que engloba ferramentas adaptativas, assistivas e tecnologias reabilitativas. Na educação são utilizadas para otimizar e auxiliar na aprendizagem bem como na reabilitação de indivíduos com deficiências que dificilmente alcançariam o mesmo resultado com atividades didáticas regulares. Normalmente, correspondem a um espectro de complexidade que vão de “baixa-tecnologia” como materiais didáticos adaptados, de baixo custo e que não possuem baterias ou são considerados elétricos, como tesouras, lápis e mesas especiais, até aparatos de “alta tecnologia” como processadores e tablets que contém aplicativos com fins específicos (Koch, 2017)

Essas tecnologias devem ser usadas para promover um melhor desempenho escolar. Através delas pretende-se encorajar essas crianças a participarem de modo mais engajado no ensino, melhorando sua performance acadêmica. Além disso, elas podem ajudar a monitorar o aprendizado desses estudantes, para que os professores e profissionais da educação consigam passar de maneira efetiva o conhecimento, trabalhando os prejuízos e dificuldades apresentados por esses indivíduos em cada caso (Koch, 2017). O treinamento individualizado faz com que as crianças com deficiência e dificuldades de aprendizagem aprendam no seu próprio ritmo, o que pode ajudar a diminuir a ansiedade, e promove um ambiente positivo, em que exista uma maior colaboração entre eles e seus pares. Estudos como o de Nordstrom e Colaboradores (2018), que avalia Tecnologias Assistivas em transtornos de aprendizagem, apontou resultados positivos de intervenções no desempenho acadêmico. Nas habilidades de leitura e escrita, esses autores encontraram que o uso de tecnologias na leitura e compreensão oral proporcionam feedback vocal e destaque do texto falado.

Apesar da importância das metodologias e tecnologias, é preciso também estabelecer algumas considerações, ainda que pareçam redundantes. Estas ferramentas não substituem o papel do professor bem como da comunidade escolar no atendimento e recepção dos estudantes com maiores dificuldades. O gerenciamento individualizado das demandas destes estudantes feito por profissionais capacitados da educação é fundamental para que o ensino ocorra corretamente. Professores, Diretores, pedagogos e demais membros da comunidade escolar devem ficar atentos aos problemas destes alunos. Caso contrário, há uma grande chance de que estes problemas sejam empurrados ao longo dos anos, prejudicando ainda mais os alunos que mais precisam de auxílios.

INCLUSÃO E LIMITAÇÕES ADICIONAIS

Através do cenário e das ferramentas e metodológicas apresentado, é possível questionar se a inclusão no ensino brasileiro está mais próxima da letra da lei do que uma verdadeira política de estado capaz de alcançar uma parcela significativa da população.

Atualmente, na grande maioria dos contextos nacionais, o ensino brasileiro tem dificuldades de fornecer conhecimentos básicos a crianças sem nenhum tipo de aparente alteração na rota de desenvolvimento. Alguns dados saltam aos olhos quando avaliamos estes problemas, aproximadamente até 66% dos estudantes da educação básica no Brasil possuem um desempenho proporcional aos 5 até 10 dos estudantes de países desenvolvidos com dificuldades graves e persistentes no aprendizado. Segundo dados do Pisa (OCDE, 2015), 70 % dos alunos brasileiros chegam ao ensino médio brasileiro sem dominar a matemática básica. Caso se defina a discalculia do desenvolvimento como a dificuldade dos estudantes com procedimentos básicos da disciplina, assumimos que 7 em cada 10 brasileiros possuem um desempenho proporcional a tal limitação na aprendizagem matemática. Estes problemas agravam quando avaliamos as discrepâncias entre escolas públicas e privadas no país. 75% das escolas públicas possuem desempenho proporcional a 25% das escolas privadas. Essa diferença foi mesmo encontrada no capítulo anterior.

Esse cenário demonstra certa incapacidade do poder público em fornecer uma assistência adequada aos estudantes a ponto de colocarem crianças com menor poder aquisitivo em um pé de proximidade com aquelas que possuem condições de arcar com os custos de um ensino privado. Assumindo que existem vários fatores no país que contribuem para este problema, é

válido afirmar que, atualmente, o Estado que coloca-se como um agente na promoção de uma igualdade, possui sérios problemas de promover condições básicas de ensino.

Com relação às crianças com dificuldades de aprendizagem é possível afirmar que este grupo passa por um longo processo de invisibilidade dentro do cotidiano escolar. Cerca de 11 % dos professores da educação básica no país têm identificado que mais de 10% dos estudantes possuem algum tipo de demanda especial no ensino. Países como a Suécia e a Finlândia que comparativamente possuem um desempenho educacional muito melhor que o Brasil possuem mais de três vezes o diagnóstico de estudantes com dificuldades de aprendizagem do que o Brasil. É válido lembrar, no mesmo país onde 70% dos estudantes da educação básica não dominam conceitos básicos de aritmética, e onde também existe um índice significativo de atraso escolar (IPEADATA, 2014). Esse cenário é reforçado pelo estudo de Herwegen e Colaboradores (2019) que aponta que os profissionais da educação não possuem as habilidades e o treinamento necessário para identificar alunos que apresentam dificuldades de aprendizagem.

O uso de tecnologias também encontra fortes problemas no contexto nacional. Apenas para ilustrar a gravidade de alguns contextos, um dos autores deste capítulo já estagiou em uma escola que, após a compra de diversos computadores para aulas de informática, teve todos os dispositivos saqueados ao longo da noite. Em nações com altos traços de subdesenvolvimento, como o Brasil, é comum existir barreiras para a compra desse tipo de tecnologia. Muitas vezes, estes problemas nas escolas ocorrem por inadequações dos dispositivos de energia, limitações das salas de aulas ou ausência de espaços para laboratórios (Joshua, 2019; Koch, 2017).

Outro fator relevante para a não utilização dessas tecnologias entre os profissionais da educação é de que eles receberam pouca ou quase nenhuma formação para uso de tecnologias que possam ajudar os estudantes no aprendizado (Judge & Simms, 2009). Alguns professores passaram todo o ensino básico sem precisar dominar minimamente o uso do computador. Poucos eram os cursos de formação que ofereciam conteúdos voltados para tecnologias assistivas, e, nesse caso, em geral somente uma tecnologia era ensinada (Atanga et. al., 2019), então, quando se deparam diante dessa situação muitos não sabem como utilizar ou utilizam de maneira inapropriada. Com relação ao treinamento dos profissionais da educação, é apontado também no estudo de Atanga e Colaboradores, (2019), que a utilização das TAs nas salas de aula é diretamente correlacionado com a autopercepção de eficácia do professor na utilização desses equipamentos. Quanto maior sua percepção de eficácia, mais ele está disposto a usá-la em sala

de aula. Esse estudo aponta que professores que receberam treinamento e um modelo de aplicação das Tecnologias se sentiram mais confortáveis e as utilizaram mais nas salas de aula. Por vezes esses aparelhos ficam empoeirados nas estantes das escolas, e isso está longe de ser benéfico para a sociedade bem como para aqueles que mais poderiam estar aprendendo com estas tecnologias(Coleman, 2011).

Por fim, antes de responder à pergunta deste capítulo vamos ainda entrar em mais um problema que parece ser bastante negligenciado. Algumas vertentes educacionais não só não conseguem dar conta das dificuldades de aprendizagem em crianças, mas também suprimem a identificação destas diferenças no processamento de informações. Ao assumir aspectos teóricos românticos que negam as diferenças individuais e assumem para si uma tábula rasa (Pinker, 2003), algumas vertentes têm tratado estudos do campo da cognição como “intrusos” durante a avaliação das dificuldades do estudante.

Admitir que existem crianças com mais dificuldades se transformou em uma forma de negar a igualdade jurídica destes estudantes. Este tipo de abordagem fornece uma série de problemas seja para os profissionais que entendem que a situação é bem mais desafiadora, para os pais que precisam de fornecer cuidados adicionais aos seus filhos, ou para as próprias crianças e professores que se sentem frustrados com os resultados distintos de desempenho. Essas críticas vêm acompanhadas do rótulo “crítico” aos campos que trabalham com algum nível da psicologia cognitiva e neurociências. Desta forma, falar em testes de inteligência, mensurar o desempenho da matemática ou mesmo avaliar as condições de risco segundo escores agregados, passa a perder sua função.

Para a efetividade do ensino é necessário não negligenciar as limitações dos estudantes. Excluir os achados da psicologia cognitiva ou taxá-las como uma forma de “biologizar os estudantes” em nada ajuda no aprendizado. Pedagogia, Psicologia Cognitiva e mesmo áreas médicas detém sua importância, não sendo necessário negligenciar os avanços de cada uma das áreas, desde que ancoradas em evidências sólidas sobre a situação do ensino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo teve por intuito responder à pergunta: O ensino público brasileiro é inclusivo com as crianças com dificuldade de aprendizagem? Através deste texto, tentamos demonstrar um certo descompasso entre a letra da lei, sua proposta normativa e os resultados educacionais vistos no país quando o assunto gira em torno de fornecer auxílio para os alunos

com maiores limitações. Neste capítulo, tentamos chamar a atenção para que o debate da acessibilidade gire em função dos resultados educacionais existentes. Este, infelizmente, tem se caracterizado com horizontes ainda muito distantes de um ensino público de qualidade no território nacional. Isso nem de longe minimiza os esforços feitos por inúmeros professores, educadores e membros da sociedade civil. Contudo, tentamos chamar a atenção para a necessidade de mudanças e reformulações do poder público, fornecendo melhores condições de trabalho e uma capacitação adequada que permita uma melhora do ensino a estas crianças.

REFERÊNCIAS

- Atanga C, Jones BA, Krueger LE, Lu S. Teachers of Students With Learning Disabilities: Assistive Technology Knowledge, Perceptions, Interests, and Barriers (2020) *Journal of Special Education Technology*.;35(4):236-248.
- Boing, Antonio Fernando; Subramanian, S. V.; Boing, Alexandra Crispim (2019). Reducing socioeconomic inequalities in life expectancy among municipalities: the Brazilian experience. *International Journal of Public Health*, (), -. doi:10.1007/s00038-019-01244-x
- Brasil. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- Brasil. Constituição Federal de 1988. Promulgada em 5 de outubro de 1988.
- Ferraro, A. R., & Machado, N. C. F. (2002). Da universalização do acesso à escola no Brasil. *Educação & Sociedade*, 23, 213-214..
- Silva Filho, R. B., & de Lima Araújo, R. M. (2017). Evasão e abandono escolar na educação básica no Brasil: fatores, causas e possíveis consequências. *Educação por escrito*, 8(1), 35-48.
- Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2012). Do better schools lead to more growth? Cognitive skills, economic outcomes, and causation. *Journal of economic growth*, 17(4), 267-321.
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2006). Brasil, o estado de uma nação. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- Joshua, Emeka & Samaila, Dominic. (2019). Teachers' Perception and Factors Limiting the use of High-Tech Assistive Technology in Special Education Schools in North- West Nigeria. *Contemporary Educational Technology*. 11, 99-109.
- Judge S., Simms K. (2009) Assistive Technology Training at the Pre-Service Level: A National Snapshot of Teacher Preparation Programs. *Teacher Education and Special Education*, 32(1), 33-44.
- Koch K. Stay in the Box! Embedded Assistive Technology Improves Access for Students with Disabilities. *Education Sciences*. 2017; 7(4):82.

Minou, T. (2011) New trends in education of children with disabilities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 1955-1959

Mizunoya, S., Mitra S. Yamasaki. (2018). Disability and school attendance in 15 low- and middle-income countries. *World Development*, 104, 388-403.

Nordström, T., Nilsson, S., Gustafson, S., & Svensson, I. (2018). Assistive technology applications for students with reading difficulties: special education teachers' experiences and perceptions. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*.

OCDE. PISA 2015: Technical Report. 2017. Organização das Nações Unidas (2018). Declaração Universal dos Direitos Humanos.

Pietra, Giovanni Avila Cardoso Di, Sasaki, Alex Hayato, Komatsu, Bruno Kawaoka, & Menezes Filho, Naercio Aquino. (2020). O que Explica o Desempenho do Brasil no PISA 2015?. *Revista Brasileira de Economia*, 74(2), 167-196.

Pinker, S. (2003). *The blank slate: The modern denial of human nature*. Penguin UK.

Trevisol, J. V., & Mazzioni, L. (2018). A universalização da Educação Básica no Brasil: um longo caminho. *Roteiro*, 43, 13-46.

Unesco. (2017) *Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Objetivos de aprendizagem*, 2017.

Unesco.(2017) *Global Education Monitoring Report Summary: accountability in education; meeting our commitments*.

United Nations Development Programme - UNDP. (1990) *Human development report 1990*. New York: Oxford University Press, 1990

Van Herwegen J, Ashworth M, Palikara O. Views of professionals about the educational needs of children with neurodevelopmental disorders. *Res Dev Disabil*. 2019 Aug;91:103422. doi: 10.1016/j.ridd.2019.05.001. Epub 2019 Jun 24. PMID: 31247387.

Capítulo 8 - Cognitive Research and Mathematics Education: How Can Basic Research Reach the Classroom?⁶

Henrique Simplício, Hedwig Gasteiger, Beatriz Vargas Dorneles, Ka Rene Grimes, Vitor Geraldi Haase, Carola Ruiz, Francéia Veiga Liedtke, Korbinian Moeller

INTRODUCTION

Numeracy is critically associated with personal and vocational life-prospects (Evans et al., 2017; Grotlüschen et al., 2019); yet, many adults and children lack a basic level of proficiency (Jonas, 2018). At the same time, research interest in numerical cognition, and its neuro-cognitive foundations (e.g., Cohen Kadosh and Dowker, 2015), as well as in mathematics education (e.g., Dennis et al., 2016) continues to grow. In this opinion, we argue that more intensive discussion across the disciplines is necessary to answer the question how results from basic research can make it to the classroom, how classroom practices can be validated by research, and discuss a theoretical framework for guiding future transfer endeavors.

Transferring basic research results to educational praxis is not a new challenge. As early as 1899, James (1958) noted the difficulty of directly deriving suggestions for pedagogical practice from psychological research. Even when successful, research in psychology might not be enough to derive effective suggestions or direct conclusions for educational practice without considering environmental challenges and requirements of teaching. Clearly not all basic research aims at informing educational practice; however, failure of important results from research to successfully impact practice reflects missed opportunities at some point during dissemination—as is failing to validate effective existing practices through research to allow for what may be called practice based evidence.

BASIC RESEARCH, APPLIED RESEARCH, AND USE-INSPIRED BASIC RESEARCH

To illustrate possible barriers for moving basic research results on numerical cognition into the classroom, Stokes' Quadrant Model of Scientific Research (Stokes, 1997) may be considered. Agnostic to a specific discipline, Stokes offered two dimensions to visualize goals of research:

⁶ Artigo publicado na Frontiers Psychology | Cognition em 23/04/2020.

research inspired by the quest for fundamental understanding vs. research specifically designed with consideration of use. Stokes emphasized that the two dimensions do not describe two opposite poles on a linear scale because if so, the quest for fundamental understanding and consideration of use would drift apart, or at least would not be connected. Additionally, Stokes described a category syncing basic research with more applied research which he termed use inspired basic research. Research in this category is inspired by the quest for fundamental understanding, with the idea to explicitly consider usefulness for practical needs. Disciplinary fields such as the learning sciences, cognitive science, neuroscience, and educational psychology may overlap in terms of more basic or more applied research. For reasons of parsimony, we conceptualized more basic research as that conducted in the disciplines of neuroscience, cognitive science, biology, and genetics. In contrast, we conceptualized more applied research as research in the disciplines of mathematics education, educational psychology, and the learning sciences. Moreover, we operationalized use-inspired basic research as research conducted by any of the above disciplines explicitly for use in educational contexts. Of course, each of these disciplines operates on different levels of observation (e.g., brain, individual, classroom) and therefore contributes considerably to our understanding of numerical cognition from the neurocognitive foundations to the acquisition and teaching of numerical skills. In the following, we provide examples of research from several fields.

MORE BASIC AND MORE APPLIED RESEARCH ON NUMERICAL COGNITION

The number of meta-analyses published since 2015 manifests the contributions from both more basic and more applied research. Examples of more applied research on numerical cognition include evaluations of effectiveness of interventions in early childhood (Mononen et al., 2014; Wang et al., 2016; Christodoulou et al., 2017; Nelson and McMaster, 2019); for older students (Jitendra et al., 2018; Stevens et al., 2018); across age groups (Dennis et al., 2016); and across different regions of the world (Conn, 2017). Other examples include interventions for students with emotional difficulties (Losinski et al., 2019); math anxiety (Namkung et al., 2019); or on attitudes toward achievement (Savelsbergh et al., 2016); the impact of homework (Fan et al., 2017); and specific teaching strategies (Capar and Tarim, 2015; Rittle-Johnson et al., 2017; Guillaume and Van Rinsveld, 2018).

On the other hand, meta-analyses of more basic research include synthesized results on the association of numerical and spatial cognition (Hawes et al., 2019); magnitude understanding

(Vanbinst and De Smedt, 2016; Sokolowski et al., 2017); rapid automatized naming (Koponen et al., 2017); specific brain regions associated with numerical cognition (Yeo et al., 2017); specific numerical processes (Arsalidou et al., 2018); specific cognitive functions (Peng et al., 2016); different numerical representations (Schneider et al., 2017); and genetic influences (Chen et al., 2017; King et al., 2019).

The above list is far from exhaustive. Synthesizing the entire corpus of work-to-date to create a holistic understanding of what we currently do and do not know on numerical cognition, and then disseminating that work across disciplines and to educators, is a substantial challenge for moving research results into the classroom. Looking at just 15 evidence-based instructional practices, using three different procedures for either early or late implementation, Koedinger et al. (2013) explained that an educator would have to consider 205 trillion options; and the effectiveness of these instructional practices is susceptible to contextual variables (e.g., Dunlosky et al., 2013; Davenport et al., 2019).

RESEARCH AND NOISY APPLICATION IN CLASSROOMS

But how can research then come to influence classroom practice? And how can classroom practice influence what is researched? In our opinion, suggestions for two-way bridges over research-to-practice gaps (e.g., Bowers, 2016; Reynvoet et al., 2016; Mackey, 2019; Thomas, 2019) require more in-depth analysis. Where (Stokes, 1997) provides a macro-view, Connell's Adaptation Loop (2012, see Figure 1) provides a closer look. The right chart of Figure 1 reflects research, whereas the left represents educational practice. Moving in clockwise direction, starting at the top left corner of the diagram, the process of research and adaptation illustrates recognizing a problem, translating the problem into research questions, investigating questions by scientific domain, providing explanations, designing solutions, validating solutions in the educational environment, and then repeating the process. However, within the domain of educational practice, the application loop indicates the iterative nature of changes within educational settings and reflects the necessity for further adaptation during the validation process. We suggest the Application Loop model as an accurate reflection of what occurs within education. Education is not a unitary system, but a system made up of different sub-systems with hierarchies of stakeholders (i.e., policymakers, administrators, teachers, students). Implementation of explanatory models or interventions previously proven effective in basic research often fails to produce similar results in educational practice because, at each hierarchical level, humans make decisions which introduce new variables. While researchers

are cognizant of some of these variables, and often consider these as noise with the aim to control these through experimental design or statistical models, this noise may be the key to the comprehension of use-inspired basic research. Listen to the Noise Collaboration, whether across disciplines or within educational contexts, with the explicit aim of conducting use-inspired research, is not easy. Berliner claimed that education research “is the hardest science of all” (Berliner, 2002, p. 18). Below we discuss a few issues critical for researchers to consider when planning to conduct use-inspired research. First, research in the classroom interrupts daily business of teachers and students. Moreover, testing in classrooms and controlled interventions change the typical dynamic of teaching and learning. Evaluating the effectiveness of interventions may necessitate students’ absence from the classroom. Such interruptions not only let students miss instruction but may also disturb learning progress of other students. Students may either come to resent being pulled from their classroom or resent not being pulled when not assigned to the treatment group. These circumstances reflect conflicts of goals between the parties involved in use-inspired research, which may lead to tensions. Additionally, researchers are interested in publishing their work, thus strive for theoretically and methodologically sound but also positive results. Therefore, they have to include multiple and different measures to evaluate effects of interest, or to control for potential moderators, mediators, or confounds. However, time in classrooms is limited and a precious resource. Schools have demands, schedules, and goals, which are different from those of researchers. This discrepancy often leads to a zero-sum game, in which compromises to meet the needs and interests of both schools and researchers may impact outcomes. Careful consideration of the cost/benefit of variables likely to inform research results requires balancing the cost to the students/teachers/schools and the benefits to science.

How to Increase Use-Inspired Basic Research There have been others advocating for use-inspired basic research with careful consideration of how to increase implementation and ecological validity of research (e.g., Cai et al., 2017, 2018, 2019). For example, Smolkowski et al. (2019) provided suggestions on levels of implementation, and Higgins et al. (2019) focused on how research can become more use-inspired:

- Choose outcome measures that matter to educators in their context
- Include educators and students in the research process (i.e., researching with them not on them)
- Be flexible and sensitive to time and schedules
- Consider that research that was effective in the lab may not be effective in the classroom
- Ask questions educators want and need to have answered
- Disseminate findings in non-academic media (i.e., social media, websites); attend educator specific conferences.

Space limitations do not allow us to provide multiple successful examples of such use-inspired research (e.g., Hawes et al., 2020),

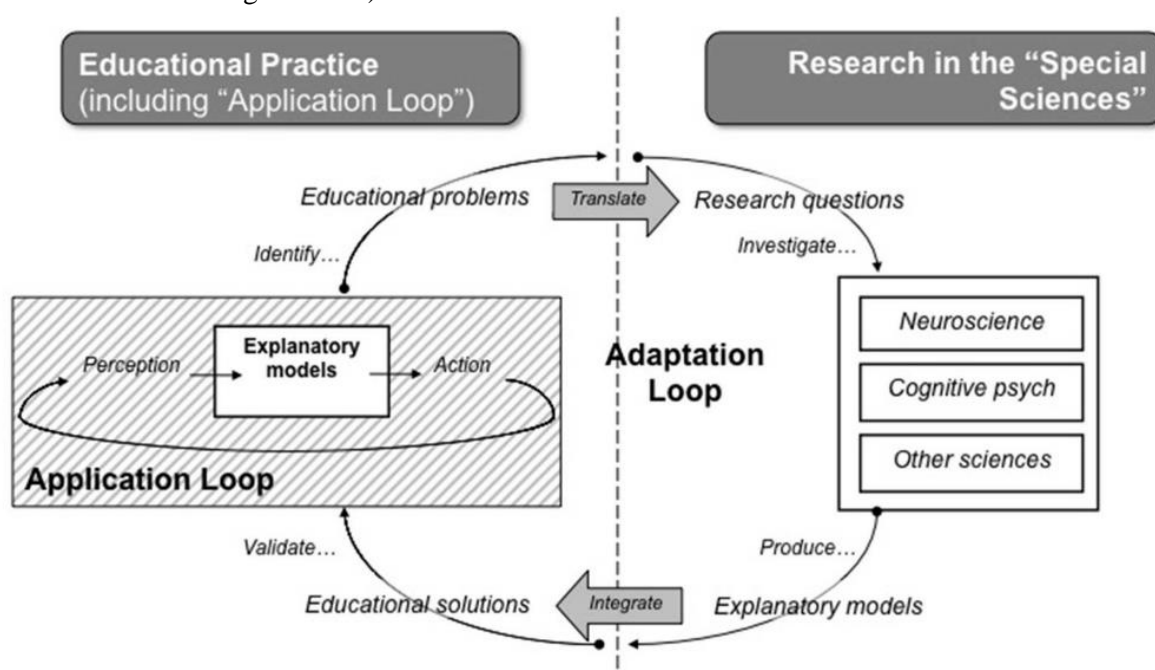
of research partnerships (e.g., Kaplan et al., 2019), or of societies actively promoting and including educators during their annual conferences (e.g., The Math Cognition Learning Society, The International Mind, Brain, and Education Society, The Earli SIG 22). We recommend readers consider the above citations as references for how to reframe perspectives of what it means to conduct use-inspired research. Additionally, researchers interested in what teachers are doing in the (math) classroom can follow the Twitter hashtags #mtbos, #iteachmath, and #SwDMathChat. These clearly indicate that educators often ask the same questions as researchers; although usually without the benefit of being able to validate their work beyond their personal and peer experiences. Collaborative work is happening, though not yet at scale. For example, educator Simon Gregg and researcher Tali Leibovich-Raveh co-authored a paper on numerical magnitude understanding after several discussions on Twitter (preprint: <https://osf.io/ndyb6/>). Sharing preprints via social media, talking to educators face-to-face, going to educator focused conferences, or any other means of closing feedback loops are examples of ways to move research on numerical cognition forward within and across disciplines.

INTERDISCIPLINARY, COLLABORATIVE RESEARCH: A WAY TO BRIDGE THE GAP?

More than 100 years ago, James (1958) not only described the difficulty of directly deriving suggestions from psychological research to pedagogical practice; he also claimed that research must include the expertise of educators to respect the complexity of teaching in classrooms. A first step would be when basic and more applied research on numerical cognition find a shared vocabulary and bring their expertise together to do interdisciplinary use-inspired basic research (i.e., Stokes, 1997). Moreover, going from the lab to the classroom and vice versa could offer new perspectives for teaching and learning. Connell et al. (2012) idea of application loops points to the next steps by indicating the necessity of iterations at the application stage to consider contextual demands of classroom practice. To illustrate, imagine various entities in Connell et al. (2012) as overlapping concentric circles in a Venn Diagram: circles for each domain of applied and basic research, and also circles for the different stakeholders in educational practice. Maybe, any two circles will overlap, or some may overlap with more than one other circle, but in the best case, all circles should overlap at a shared core. Each circle is necessary, but the point at which all circles overlap is where use-inspired, contextually relevant research occurs. There will always be a need for basic research, which may not directly impact

use, and many open questions remain for researchers to explore. In contrast, classroom teachers have context-specific and practice-relevant questions for research. We propose that results from research should find their way into classrooms, but we need more integration of different perspectives and fruitful collaborations between researchers of different disciplines with educators. Only then we may have a chance to bring results from basic research into educational practice. However, as Minshall (2009) put it, “knowledge transfer is a ‘contact sport’; it works best when people meet to exchange ideas, . . . and spot new opportunities.”

Figure 18 - Adaptation Loop (Source: Connell et al., 2012, Reproduced with permission of Michael W. Connell ©2010–2014. All rights reserved. Author contact: Michael.W.CConnell@gmail.com)



REFERENCES

Arsalidou, M., Pawliw-Levac, M., Sadeghi, M., and Pascual-Leone, J. (2018). Brain areas associated with numbers and calculations in children: meta-analysis of fMRI studies. *Dev. Cogn. Neurosci.* 30, 239–250. doi: 10.1016/j.dcn.2017.08.002

Berliner, D. C. (2002). Comment: educational research: the hardest science of all. *Educ. Res.* 31, 18–20. doi: 10.3102/0013189X031008018

Bowers, J. S. (2016). Psychology, not educational neuroscience, is the way forward for improving educational outcomes for all children: Reply to Gabrieli (2016) and Howard-Jones et al. (2016). *Psychol. Rev.* 123, 628–635. doi: 10.1037/rev0000043

- Cai, J., Morris, A., Hohensee, C., Hwang, S., Robison, V., and Hiebert, J. (2017). A future vision of mathematics education research: blurring the boundaries of research and practice to address teachers' problems. *J. Res. Math. Educ.* 48, 466–473. doi: 10.5951/jresmetheduc.48.5.0466
- Cai, J., Morris, A., Hohensee, C., Hwang, S., Robison, V., and Hiebert, J. (2018). Using data to understand and improve students' learning: empowering teachers and researchers through building and using a knowledge base. *J. Res. Math. Educ.* 49, 362–372. doi: 10.5951/jresmetheduc.49.4.0362
- Cai, J., Morris, A., Hohensee, C., Hwang, S., Robison, V., and Hiebert, J. (2019). Research pathways that connect research and practice. *J. Res. Math. Educ.* 50, 2–10. doi: 10.5951/jresmetheduc.50.1.0002
- Capar, G., and Tarim, K. (2015). Efficacy of the cooperative learning method on mathematics achievement and attitude: a meta-analysis research. *Educ. Sci. Theory Pract.* 15, 553–559. doi: 10.12738/estp.2015.2.2098
- Chen, H., Gu, X. H., Zhou, Y., Ge, Z., Wang, B., et al. (2017). A genome-wide association study identifies genetic variants associated with mathematics ability. *Sci. Rep.* 7:40365. doi: 10.1038/srep40365
- Christodoulou, J., Lac, A., and Moore, D. S. (2017). Babies and math: a metaanalysis of infants' simple arithmetic competence. *Dev. Psychol.* 53, 1405–1417. doi: 10.1037/dev0000330
- Cohen Kadosh, R., and Dowker, A. (Eds.). (2015). *The Oxford Handbook of Numerical*. Oxford: Oxford Library of Psychology.
- Conn, K. M. (2017). Identifying effective education interventions in sub-Saharan Africa: a meta-analysis of impact evaluations. *Rev. Educ. Res.* 87, 863–898. doi: 10.3102/0034654317712025
- Connell, M., Stein, Z., and Gardner, H. (2012). "Bridging between brain science and educational practice with design patterns," in *Neuroscience in Education: The Good, the Bad, and the Ugly*, eds S. D. Sella and M. Anderson (Oxford: Oxford University Press), 267–285.
- Davenport, J. L., Kao, Y. S., Matlen, B. J., and Schneider, S. A. (2019). Cognition research in practice: engineering and evaluating a middle school math curriculum. *J. Exp. Educ.* 1–20. doi: 10.1080/00220973.2019.1619067
- Nelson, G., and McMaster, K. L. (2019). The effects of early numeracy interventions for students in preschool and early elementary: a meta-analysis. *J. Educ. Psychol.* 111, 1001–1022. doi: 10.1037/edu0000334
- Peng, P., Namkung, J., Barnes, M., and Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and working memory: moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *J. Educ. Psychol.* 108, 455–473. doi: 10.1037/edu0000079

- Reynvoet, B., Smets, K., and Sasanguie, D. (2016). Number sense: what's in a name and why should we bother?" in *Continuous Issues in Numerical Cognition. How Many or How Much*, ed A. Henik (London; San Diego, CA; Cambridge, Oxford: Elsevier), 195–214.
- Rittle-Johnson, B., Loehr, A. M., and Durkin, K. (2017). Promoting self-explanation to improve mathematics learning: a metaanalysis and instructional design principles. *ZDM* 49, 599–611. doi: 10.1007/s11858-017-0834-z
- Savelsbergh, E. R., Prins, G. T., Rietbergen, C., Fechner, S., Vaessen, B. E., Draijer, J. M., et al. (2016). Effects of innovative science and mathematics teaching on student attitudes and achievement: a metaanalytic study. *Educ. Res. Rev.* 19, 158–172. doi: 10.1016/j.edurev.2016.07.003
- Schneider, M., Beeres, K., Coban, L., Merz, S., Schmidt, S. S., Stricker, J., et al. (2017). Associations of non-symbolic and symbolic numerical magnitude processing with mathematical competence: a meta-analysis. *Dev. Sci.* 20:e12372. doi: 10.1111/desc.12372
- Smolkowski, K., Crawford, L., Seeley, J. R., and Rochelle, J. (2019). Introduction to implementation science for research on learning disabilities. *Learn. Disab. Q.* 42, 192–203. doi: 10.1177/0731948719851512
- Sokolowski, H. M., Fias, W., Ononye, C. B., and Ansari, D. (2017). Are numbers grounded in a general magnitude processing system? A functional neuroimaging meta-analysis. *Neuropsychologia* 105, 50–69. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2017.01.019
- Stevens, E. A., Rodgers, M. A., and Powell, S. R. (2018). Mathematics interventions for upper elementary and secondary students: a meta-analysis of research. *Remed. Spec. Educ.* 39, 327–340. doi: 10.1177/0741932517731887
- Stokes, D. E. (1997). *Pasteur's Quadrant. Basic Science and Technological Innovation*. Washington, DC: Brookings Institution Press.
- Thomas, M. S. (2019). Response to Dougherty and Robey (2018) on neuroscience and education: enough bridge metaphors—interdisciplinary research offers the best hope for progress. *Curr. Direct. Psychol. Sci.* 4, 337–340. doi: 10.1177/0963721419838252
- Vanbinst, K., and De Smedt, B. (2016). Individual differences in children's mathematics achievement: the roles of symbolic numerical magnitude processing and domain-general cognitive functions. *Prog. Brain Res.* 227, 105–130. doi: 10.1016/bs.pbr.2016.04.001
- Wang, A. H., Firmender, J. M., Power, J. R., and Byrnes, J. P. (2016). Understanding the program effectiveness of early mathematics interventions for prekindergarten and kindergarten environments: a meta-analytic review. *Early Educ. Dev.* 27, 692–713. doi: 10.1080/10409289.2016.1116343
- Yeo, D. J., Wilkey, E. D., and Price, G. R. (2017). The search for the number form area: a functional neuroimaging meta-analysis. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 78, 145–160. doi: 10.1016/j.neubiorev.2017.04.027

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve por intuito avaliar como aspectos socioeconômicos e de vulnerabilidade atuam no desenvolvimento atentando, em especial, para o desempenho acadêmico na educação básica. Para tanto, através da psicologia cognitiva, evolucionária e educacional, foram analisados diferentes indicadores capazes de explicar a perda do desempenho escolar. Através dos resultados, buscou-se integrar resultados da pesquisa econômica, educacional, sociológica bem como da ecologia do desenvolvimento. Os resultados apontam para desdobramentos da pesquisa em cada uma das áreas.

Na primeira parte do trabalho foram analisados pressupostos da teoria evolucionária, os efeitos de experiências adversas ao longo da infância, além da descrição do principal instrumento de avaliação da educação básica no país, o SAEB.

Na segunda etapa, foram avaliadas as dimensões territoriais e individuais na tentativa de interpretar efeitos capazes de promover prejuízos no desempenho educacional. Através das regiões imediatas do IBGE, o capítulo 4 avaliou indicadores econômicos e sociodemográficos de vulnerabilidade que interagiram com o desempenho. Os modelos estatísticos empregados, identificaram a expectativa de vida e mortalidade (modelos de árvore) atuando de forma expressiva no desempenho, operando como alguns dos principais preditores educacionais das regiões imediatas. Estes resultados caminham na direção da hipótese evolutiva da *fast life history* que avalia o efeito da instabilidade, ameaça e risco de vida como variáveis capazes de exercer pressões seletivas alterando a rota do desenvolvimento ao longo do aprendizado. Também foi possível identificar o efeito persistente da desigualdade no desempenho, superando os indicadores de renda que tradicionalmente são mais aplicados na avaliação do desempenho escolar.

O capítulo 5 avaliou de forma transversal diferentes anos escolares através do algoritmo CART, largamente aplicado em tarefas e pesquisas de *Machine Learning*. Através do algoritmo capaz de avaliar dezenas de indicadores de desempenho, foi identificado o efeito da vulnerabilidade municipal atuando em todos os anos. Mesmo na escola privada, valores médios de vulnerabilidade (conforme classificação do IPEA) foram suficientes para reduzir o desempenho educacional. Estes resultados indicam para o fenômeno geral de experiências deletérias dentro da ecologia, proporcionando efeitos deletérios mesmo em grupos mais acesso a oportunidades.

Por fim, na última parte, o estudo buscou discutir as epistemologias e barreiras ligadas à implementação da pesquisa educacional. No capítulo 6, são apresentadas diferenças epistemológicas entre a neuropsicologia e parte das teorias correntes no campo educacional.

A discussão deste capítulo buscou interpretar como representações teóricas que almejam propor alternativas na pesquisa e monitoramento da educação, podem obter pressupostos filosóficos marcadamente distintos. No capítulo 7, tentou-se descrever algumas barreiras na implementação do ensino inclusivo no país. Por fim, no capítulo 8 foram avaliadas dificuldades e estratégias de aproximar a pesquisa com o ensino matemático.

Este trabalho não está imune à limitações. Preditores cognitivos capazes de interagir com o fator *g* têm representado a maior parcela de variância no desempenho acadêmico. Na ausência destes preditores ao longo da amostra avaliada, aplicamos diferentes variáveis socioeconômicas e de vulnerabilidade que demonstraram efeitos expressivos nos modelos regionais e significativos nos desempenhos dos estudantes. A ausência de uma maior significância na avaliação dos desempenhos individuais deve ser interpretada justamente pela ausência de preditores como a inteligência, autoeficácia e memória de trabalho. O maior poder explicativo dos desempenhos regionais pode ser explicado justamente pelo efeito *proxy* da inteligência. Estudos futuros poderão ampliar estes testes e comparar seus desfechos ao longo do desenvolvimento. Através desta discussão, o estudo assume que a psicologia cognitiva, evolucionária e educacional pode compartilhar pressupostos comuns capazes de indicar as diferenças e avaliar desigualdades educacionais.

APÊNDICE

Apêndice 1: Descrição das variáveis do Quinto, Nono e Terceiro Ano (Ensino Médio)

Número da pergunta, precedido por "TX_RESP_"			Enunciado da Pergunta	Opções de Resposta	
5o ano	9o ano	3o EM			
1	1	1	Sexo	A	Masculino
				B	Feminino
2	2	2	Como você se considera?	A	Branco
				B	Perdo
				C	Preto
				D	Amarelo
				E	Indígena
				F	Não Sei
3	3	3	Qual é o mês do seu aniversário?	A	Janeiro
				B	Fevereiro
				C	Março
				D	Abril
				E	Maió
				F	Junho
				G	Julho
				H	Agosto
				I	Setembro
				J	Outubro

			K	Novembro
			L	Dezembro
4		Qual a sua idade	A	8 ou menos
			B	9
			C	10
			D	11
			E	12
			F	13
			G	14
			H	15 ou mais
	4	Em que ano você nasceu?	A	1999 ou depois
			B	1998
			C	1997
			D	1996
			E	1995
			F	1994
			G	1993
			H	1992 ou antes
		Em que ano você nasceu?	A	1996 ou depois
			B	1995
			C	1994
			D	1993
			E	1992
			F	1991
			G	1990
			H	1989 ou antes

5	5	5	Na sua casa tem televisão em cores?	A	1
				B	2
				C	3 ou mais
				D	não tem
6	6	6	Na sua casa tem rádio?	A	1
				B	2
				C	3 ou mais
				D	não tem
7	7	7	Na sua casa tem videocassete ou DVD?	A	Sim
				B	Não
8	8	8	Na sua casa tem geladeira?	A	1
				B	2 ou mais
				C	não tem
9	9	9	Na sua casa tem freezer junto a geladeira?	A	Sim
				B	Não
				C	Não sei
10	10	10	Na sua casa tem freezer separado da geladeira?	A	Sim
				B	Não
				C	Não sei
11	11	11	Na sua casa tem máquina de lavar roupa (não é tanquinho)?	A	Sim
				B	Não
12	12	12	Na sua casa tem carro?	A	1
				B	2
				C	3 ou mais
				D	não tem
13	<u>13</u>	<u>13</u>	Na sua casa tem computador?	A	Sim, com internet
				B	Sim, sem internet
				C	Não

14	14	14	Dentro de sua casa tem banheiro?	A	1
				B	2
				C	3
				D	mais de 3
				E	Não tem
15	15	15	Na sua casa trabalha alguma empregada doméstica?	A	uma diarista até 2 vezes na semana
				B	uma todos os dias úteis
				C	duas ou mais, todos os dias úteis
				D	Não
16	16	16	Na sua casa tem quartos para dormir?	A	1
				B	2
				C	3
				D	4 ou mais
				E	Não tem
<u>17</u>			Quantas pessoas moram com você	A	sozinho ou com mais uma pessoa
				B	2
				C	3
				D	4 ou 5
				E	6 ou 7
				F	mais de 7
	17	17	Quantas pessoas moram com você	A	Sozinho
				B	1
				C	2
				D	3
				E	4 ou 5
				F	6 ou 7

				G	mais de 7
18	18	18	Você mora com sua mãe?	A	Sim
				B	Não
				C	Não, moro com outra mulher responsável por mim
19	19	19	Até que série sua mãe ou mulher responsável por você estudou?	A	Nunca estudou.
				B	Não completou a 4. ^a série (antigo primário)
				C	Completou a 4. ^a série, mas não completou a 8. ^a série (antigo ginásio).
				D	Completou a 8. ^a série, mas não completou o Ensino Médio (antigo 2. ^o grau).
				E	Completou o Ensino Médio, mas não completou a Faculdade.
				F	Completou a Faculdade.
				G	Não sei.
20	20	20	Sua mãe ou a mulher responsável por você sabe ler e escrever?	A	Sim
				B	Não
				C	Não sei
21	21	21	Você vê sua mãe ou mulher responsável por você lendo?	A	Sim
				B	Não
22	22	22	Você mora com seu pai?	A	Sim
				B	Não
				C	Não, moro com outro homem responsável por mim
23	23	23	Até que série seu pai ou o homem responsável por você estudou?	A	Nunca estudou.
				B	Não completou a 4. ^a série (antigo primário)
				C	Completou a 4. ^a série, mas não completou a 8. ^a série (antigo ginásio).

				D	Completo a 8. ^a série, mas não completou o Ensino Médio (antigo 2. ^o grau).
				E	Completo o Ensino Médio, mas não completou a Faculdade.
				F	Completo a Faculdade.
				G	Não sei.
24	24	24	Seu pai ou homem responsável por você sabe ler e escrever?	A	Sim
				B	Não
				C	Não sei
25	25	25	Você vê o seu pai ou homem responsável por você lendo?	A	Sim
				B	Não
26	26		Com que frequência seus pais ou responsáveis vão à reunião de pais?	A	Sempre ou quase sempre.
				B	De vez em quando.
				C	Nunca ou quase nunca.
27	27	26	Seus pais ou responsáveis incentivam você a estudar?	A	Sim
				B	Não
28	28	27	Seus pais ou responsáveis incentivam você a fazer o dever de casa e os trabalhos da escola?	A	Sim
				B	Não
29	29	28	Seus pais ou responsáveis incentivam você a ler?	A	Sim
				B	Não
30	30	29	Seus pais ou responsáveis incentivam você a ir a escola e não faltar às aulas?	A	Sim
				B	Não
31	31	30	Seus pais ou responsáveis conversam com você sobre o que acontece na escola?	A	Sim
				B	Não
32	32	31		A	Sempre ou quase sempre

			Você lê: Jornais (inclusive os de distribuição gratuita).	B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
		32	Você lê: Revistas de Informação geral.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
33	33		Você lê: Livros em geral.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
		33	Você lê: Revista de humor/quadrinhos.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
34	34		Você lê: Livros de literatura infanto-juvenil.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
		37	Você lê: Revistas sobre comportamento, celebridades, esporte e TV.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
35	35		Você lê: Revistas em geral.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
		35	Você lê: Revistas de divulgação científica/cultural.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
36	36		Você lê: Revistas em quadrinhos.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
		36	Você lê: Livros.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando

				C	Nunca ou quase nunca.
37	38	37	Você lê: Sites da internet.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
38	39		Você Costuma: Frequentar bibliotecas.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
39	40		Você Costuma: Ir ao cinema.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
40			Você Costuma: Ir ao museu.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
41	41		Você Costuma: Ver apresentações teatrais.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
42	42		Você Costuma: Ver apresentações musicais ou de dança.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
	43		Você Costuma: Participar de festas abertas à comunidade.	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca.
43	44	38	Em dia de aula, quanto tempo você gasta assistindo à TV, navegando na internet ou jogando jogos eletrônicos?	A	1 hora ou menos.
				B	2 horas.
				C	3 horas.
				D	4 horas ou mais.
44	45	39		A	1 hora ou menos.
				B	2 horas.

			Em dias de aula, quanto tempo você gasta fazendo trabalhos domésticos?	C	3 horas.	
				D	4 horas ou mais.	
				E	Não faço trabalhos domésticos	
45	46	40	Você trabalha fora de casa?	A	Sim	
				B	Não	
46	47		Quando você entrou na escola?	A	Na creche (0 a 3 anos).	
				B	Na pré-escola (4 a 5 anos).	
		41	Quando você começou a estudar?	C	Na primeira série ou primeiro ano (6 a 7 anos).	
				D	Depois da primeira série.	
47			Des de a... primeira série quinta série a primeira série do EM	...em que tipo de escola você estudou?	A	Somente em escola pública.
	48				B	Somente em escola particular.
		42			C	Em escola pública e em escola particular.
48	49	43	Você já foi reprovado?	A	Não.	
				B	Sim, uma vez.	
				C	Sim, duas vezes ou mais.	
49	50	44	Você já abandonou a escola durante o período de aulas e ficou fora da escola o resto do ano?	A	Não.	
				B	Sim, uma vez.	
				C	Sim, duas vezes ou mais.	
		45	Você concluiu o Ensino Fundamental na Educação de Jovens e Adultos(EJA), antigo supletivo?	A	Sim	
				B	Não	
	51	46	Você gosta de estudar língua portuguesa?	A	Sim	
				B	Não	

50	52	47	Você faz o dever de casa de língua portuguesa? (opção "D" apenas para o Ensino Médio)	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca
				D	Nunca tenho dever de casa (passe para a questão 54)
		48	O que você consulta para fazer o dever de casa de língua portuguesa? Jornais.	A	Sim
				B	Não
		49	O que você consulta para fazer o dever de casa de língua portuguesa? Revistas de Informação geral.	A	Sim
				B	Não
		50	O que você consulta para fazer o dever de casa de língua portuguesa? Livros didáticos.	A	Sim
				B	Não
		51	O que você consulta para fazer o dever de casa de língua portuguesa? Livros ou enciclopédias.	A	Sim
				B	Não
		52	O que você consulta para fazer o dever de casa de língua portuguesa? Sites da internet.	A	Sim
				B	Não
51	53	53	O professor corrige o dever de casa de língua portuguesa?	A	Sempre ou quase sempre
				B	Eventualmente
				C	Nunca ou quase nunca
	54	54	Você gosta de estudar matemática?	A	Sim
				B	Não
52	55	55	Você faz o dever de casa de matemática? (opção	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando

			"D" apenas para o Ensino Médio)	C	Nunca ou quase nunca
				D	Nunca tenho dever de casa (passe para a questão 54)
		56	O que você consulta para fazer o dever de casa de matemática? Caderno.	A	Sim
				B	Não
		57	O que você consulta para fazer o dever de casa de matemática? Livros didáticos.	A	Sim
				B	Não
		58	O que você consulta para fazer o dever de casa de matemática? Material complementar.	A	Sim
				B	Não
		59	O que você consulta para fazer o dever de casa de matemática? Revistas ou jornais.	A	Sim
				B	Não
		60	O que você consulta para fazer o dever de casa de matemática? Sites da internet.	A	Sim
				B	Não
53	56	61	O professor corrige o dever de casa de matemática?	A	Sempre ou quase sempre
				B	De vez em quando
				C	Nunca ou quase nunca
54	57	62	Você utiliza a biblioteca ou sala de leitura da sua escola?	A	Sempre ou quase sempre
				B	Eventualmente
				C	Nunca ou quase nunca
				D	A escola não possui.
	58		Quando você terminar o 9º ano (8ª série), você pretende:	A	Somente continuar estudando.
		B		Somente Trabalhar.	
		C		Continuar estudando e trabalhar.	



D	Ainda não sei.
---	----------------