

Inteligência Educacional: Um estudo sobre aplicação de Inteligência Artificial para precisão e agilidade na redução da Evasão

Leonardo Souza – leosouza@ufsb.edu.br
(UFSB/IHAC-CSC)

Resumo

Neste artigo analisamos o processo de evasão escolar com foco no acompanhamento dos estudantes pelas Instituições de Educação. Fazemos tal análise identificando as características que diferenciam a evasão de uma ocorrência discreta, ou seja, em que o estudante está ou não está vinculado à escola. Neste sentido, remetemos à evasão enquanto um complexo processo de desistência escolar, pontuando as etapas de um contínuo de desengajamento estudantil em que as características de ingresso se transformam em condições de integração acadêmica, que influenciam o compromisso com a instituição, o qual impacta diretamente na persistência estudantil. Uma vez que, os indicadores oficiais de evasão são divulgados anualmente e não consideram as medidas dentro deste intervalo, cada escola precisa encontrar suas próprias estratégias para reduzir a evasão entre seus estudantes. Para tanto, as escolas carecem de suporte para uma análise de previsão da evasão a qual possibilitaria tomar medidas para evitar o abandono enquanto o estudante ainda se encontra na escola. Este artigo introduz, por fim, um conjunto de tecnologias produzidas com a finalidade de auxiliar à gestão escolar no acompanhamento da persistência estudantil como forma de prevenir a evasão, caracterizando uma diretriz inicial para a Inteligência Institucional em Educação.

Palavras-chave: Evasão Escolar; Gestão Educação; Inteligência Artificial; Sistema de Alerta Preventivo;

Introdução

Embora a evasão se dê quando o estudante não está mais matriculado na escola, de fato, o processo de evasão é demasiadamente complexo, mesmo se considerarmos não só as causas que originam a desistência do estudante, mas somente o registro e cálculo da desistência nas escolas e nos órgãos oficiais. No Brasil, os índices oficiais para a Evasão e Abandono escolar, divulgados anualmente, refletem uma medida pouco eficiente para o acompanhar este complexo processo que leva à perda de estudantes. Conforme o INEP¹ a evasão é calculada com referência em uma literatura internacional (THONSTAD, 1980; KLEIN, 2003) e que apresenta uma relação entre o número total de estudantes evadidos e as matrículas totais em cada período avaliado. As informações são divulgadas anualmente com base no CENSO escolar, que coleta informações provenientes de cada escola do país. Apesar da divulgação anual das informações oficiais, no que concerne à eficiência de medir a evasão escolar, as escolas, por sua vez, obtêm suas próprias previsões de evasão, sendo contabilizadas, no máximo, trimestralmente logo após o encerramento dos períodos letivos das unidades escolares.

1 Ver INEP, 2017.

Mas, devido à complexidade de cada processo de abandono a ser analisado, as escolas tendem a iniciar a análise da evasão somente após os períodos trimestrais, atuando três ou quatro vezes a cada ano para conter a perda de estudantes, ainda que, semanalmente, ou até diariamente, os sinais de abandono escolar estejam se confirmando. Então, uma vez que, na medida oficial não há computo formal sobre perda de matrículas no interstício de três meses, cada escola precisa encontrar suas próprias estratégias para reduzir a evasão entre seus estudantes, contando, em alguns casos, com políticas públicas que as auxiliam, mas carecendo de suporte para uma análise de previsão que, com antecedência maior que os usuais três meses, possibilitaria tomar decisões eficientes para reduzir o abandono enquanto o estudante ainda se encontra na escola. Assim, a evasão, como um fato discreto, ou seja, aquele em que o estudante está ou não está matriculado na escola, auxilia pouco às escolas, não condizendo com o complexo processo que se instala e impacta todas as escolas.

A complexidade da análise evasão escolar

Como ponto de partida para a compreensão da complexidade envolvida no processo de evasão escolar, temos de saída, a forma de calcular abandono e a própria evasão. A evasão integra as chamadas Taxas de Transição, as quais têm importante papel “para a formulação, monitoramento e avaliação de políticas públicas que visam assegurar o acesso à educação de qualidade no país”², consolidando-se portanto como tema fundamental para a área de Educação. As Taxas de Transição medem a progressão de estudantes na modalidade de Ensino, sendo que a Taxa de Promoção se refere a estudantes que de fato se matricularam nas etapas posteriores, a Taxa de Retenção se refere a estudantes que de fato se matricularam nas mesmas etapas ou anteriores, e Taxa de Evasão se refere a estudantes que não se matricularam no ano seguinte. Tais termos e medidas se aproximam, embora guardem suas particularidades, daqueles referentes às Taxas de Rendimento, que são: Taxa de Aprovação, Taxa de Reprovação e Taxa de Abandono, as quais não lidam com o fato de matrícula efetuada, somente com o rendimento ou infreqüência em uma determinada etapa seriada. O Abandono é considerado pelo INEP como a situação de estudante que deixa de frequentar a escola

2 Idem, p. 18.

dentro de um determinado ano, mas que ainda encontra-se matriculado³. Diferente desta, a Evasão considera os estudantes que já não se encontram matriculados em um determinado período – ano, série, ou modalidade inteira -, mas que, no ano-base, estavam matriculados. Estudantes em situação de Abandono em um determinado ano podem chegar a Evasão ou Retenção, já a Evasão pode ter ocorrido em caso de Abandono, Reprovação ou até mesmo Aprovação no ano-base de comparação anterior. Para fins de nossa análise, assumiremos a Evasão como fato que pode ser associado a estudantes aprovados, reprovados ou que abandonaram na etapa anterior, mas sobretudo que estavam matriculados.

Segundo a definição oficial, a ideia de Evasão “considera apenas os alunos que deixaram de frequentar a escola no ano seguinte”⁴ ao que estavam matriculados. Partindo desta definição, a taxa de evasão “é calculada considerando a proporção”⁵ entre aqueles que evadiram e aqueles que se encontram matriculados em um determinado ano ou período, quando consideramos toda a modalidade, ou série.

$$Evasão\ ano\ A = \frac{Não\ matriculados\ ano\ A\ que\ estavam\ matriculados\ em\ A - 1}{Total\ de\ matrículas\ ano\ A}$$

Corretamente, esta taxa medirá a proporção entre ex-matriculados e não matriculados em uma determinada etapa ou ano. O problema com esta definição surge exatamente na diferença entre calcular a taxa de um único ano ou série e calcular a taxa quando consideramos mais anos ou séries de toda a modalidade de ensino. Por exemplo, se considerarmos hipoteticamente uma escola com 300 estudantes, sendo 100 estudantes em cada série do Ensino Médio - 1º, 2º e 3º ano - , caso 20 estudantes abandonassem a escola no segundo ano, o índice oficial da evasão computaria 7,14% de abandono para todo o Ensino Médio deste estabelecimento e este patamar de medida poderia parecer razoável. Porém, se analisarmos este abandono, temos que, dentre os 100 estudantes que se matricularam inicialmente, 20 deixaram de cursar o Ensino Médio, gerando perda equivalente a 20% da turma de entrada. De uma outra perspectiva, ainda que este abandono se desse de forma distribuída entre as três séries, suponhamos, 5 evasões no primeiro ano, 5 no segundo e 10 no terceiro, teríamos, assim, um fluxo de

3 Ver INEP. Taxas de Redimento Escolar. 2017. p.1-2. Disponível no link: https://download.inep.gov.br/educacao_basica/educacenso/situacao_aluno/documentos/2018/taxas_de_rendimento_escolar.pdf
Acesso em 07/05/2021 14:44

4 Idem, p. 11.

5 Idem, p. 11.

evasão de 5% em cada um dos dois primeiros anos, chegando a duplicar para 10% no ano final, enquanto, imprecisamente, a fórmula do índice oficial informaria somente 7,14% de evasão. Acrescido a esta imprecisão, o índice oficial traz também uma informação distorcida sobre o abandono. Tal distorção é causada na situação em que o número de matrículas aumenta, por exemplo, devido a novos estudantes ingressantes nas séries de entrada. Neste caso, o número global de matrículas, denominador do índice oficial de evasão, aumenta, gerando a queda artificial no índice oficial de evasão, sem contudo estar na situação de redução do abandono escolar. Como exemplo desta contradição, suponhamos que, na situação de exemplo anterior, se, mesmo com a perda de 20 estudantes, a escola realizar mais 20 novas matrículas de entrada, o cálculo do índice oficial anunciará a queda da evasão para 6%, quando, de fato, os 20 estudantes evadidos, já se encontrarão em situação de evasão da escola. Portanto, o índice oficial de evasão não reflete necessariamente o tamanho da perda de estudantes e, na situação de aumento de matrículas, sem a devida equivalência, não reflete nem mesmo o abandono escolar.

O segundo ponto sobre a complexidade no processo da evasão pode ser compreendido pela análise do fluxo das séries. Para proceder a tal análise, utiliza-se o Estudo de Coorte como sendo a estrutura de cálculo que possibilita visualizar o impacto do Abandono, Aprovação e Reprovação em cada série com o passar dos anos. Este estudo integra um dos três Modelos de Planejamento Educacional descritos e apresentados por Thonstad (1980) como referência para o órgão oficial governamental no Brasil. Os três modelos são apresentados como sendo “Modelos de aprendizagem individual e testagem de habilidades adquiridas, Modelos de Instituições Educacionais Individuais, Modelos de conjunto de instituições inseridas no complexo de Educação de um país” (THONSTAD, 1980, p.10., Tradução nossa). Na ausência do Estudo de Coorte, é de difícil percepção o impacto das taxas de Abandono de cada série na totalidade das turmas, pois, como este estudo demonstra, as taxas evoluem no tempo mas também evoluem nas etapas, estabilizando-se após alguns anos, quando, por fim, possibilitam conhecer os números finais aproximados do tamanho das turmas e as quantidades de reprovados e evadidos em cada série correspondente. A pergunta fundamental sobre o Estudo de Coorte é como podemos acompanhar o impacto da evasão, aprovação e reprovação nas séries ao longo dos anos, considerando o tamanho das turmas em cada etapa? A partir desta pergunta é possível acompanhar o percurso de estudantes que

estão em situação semelhante, tendo maior precisão de quantos estudantes estão em uma determinada situação de abandono e, mais precisamente, quantos migram da situação de reprovados ou até mesmo de aprovados para a posterior situação de evasão.

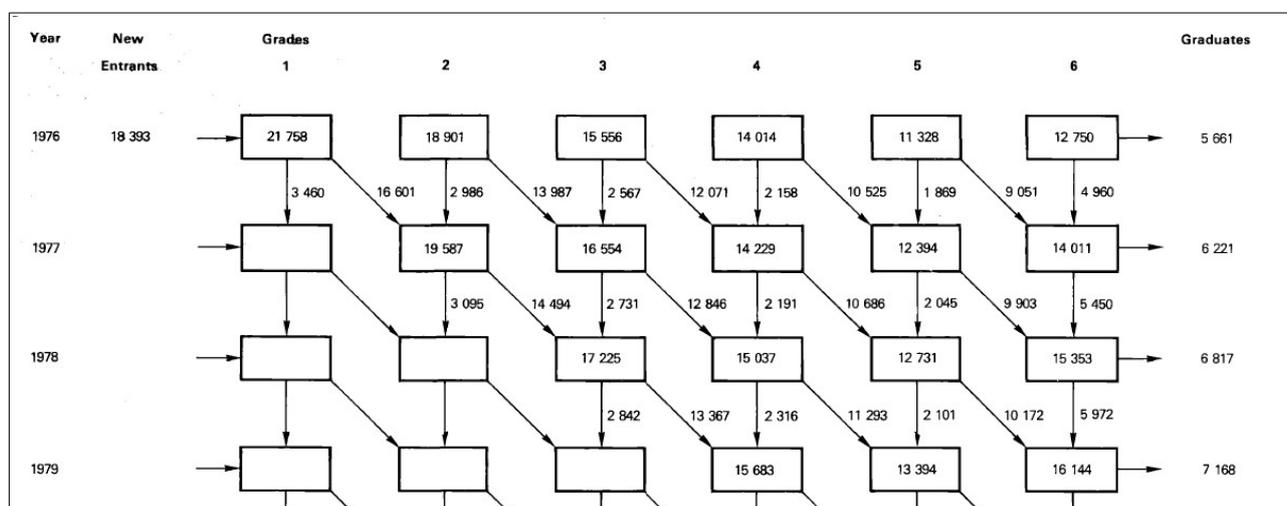
Um estudo de Coorte, como proposto por Thonstad(1980), até então, é visualizado através de uma das alternativas vigentes: tabela de fluxo (Tabela 1); diagrama de transição (Figura 1); gráfico de transição de barras empilhadas(Gráfico 1), conforme o INEP divulga atualmente.

Tabela 1: Estudo de Coorte para taxas de transição como proposto por Thonstad

Grades (1975)	Grades (1976)						School-leavers (1975)		Sum
	1	2	3	4	5	6	Graduates (1975)	Drop-outs (1975)	
1	0.159	0.763						0.078	1.000
2		0.158	0.740					0.102	1.000
3			0.165	0.776				0.059	1.000
4				0.154	0.751			0.095	1.000
5					0.165	0.799		0.036	1.000
6						0.389	0.444	0.167	1.000

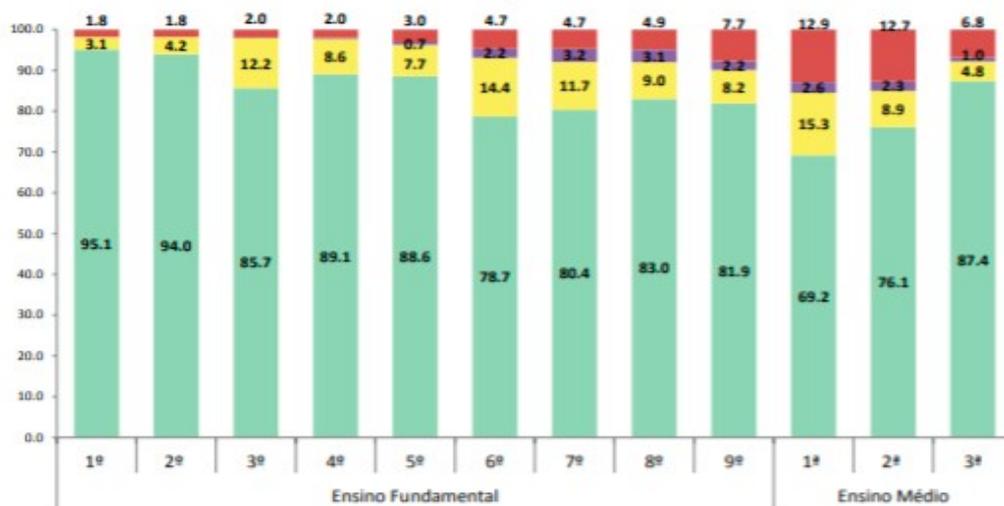
Fonte: Thonstad,1980, p.18

Figura 1: Diagrama de de projeção do Estudo de Coorte para Educação



Fonte: Thonstad,1980, p.20

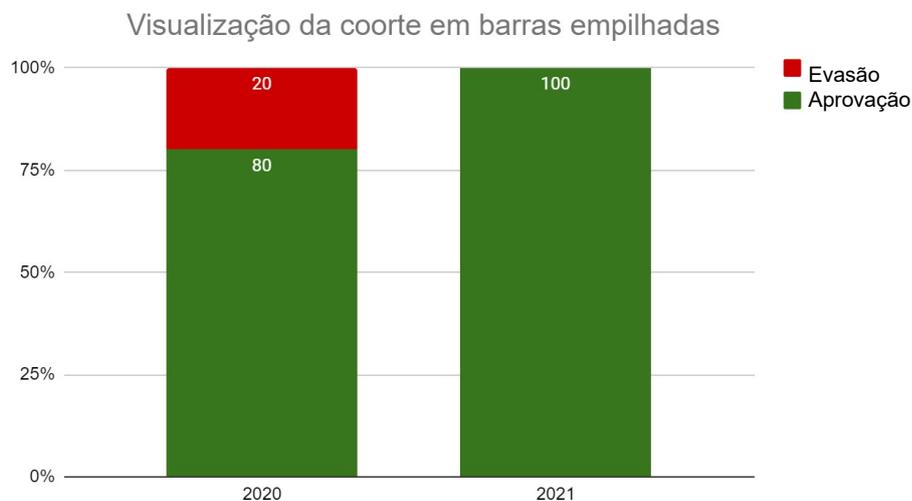
Gráfico 1: Transição conforme INEP. Taxas de promoção, repetência, evasão. 2014



Fonte: INEP, 2017. p.13

Embora seja eficaz para a gestão da evasão, o problema com o Estudo de Coorte está na síntese da frequência ou período dos dados coletados. Para efeitos de acompanhamento de toda a rede de educação ao longo dos anos, o gráfico de barras demonstra ser uma forma de visualização suficiente para o Estudo de Coorte, pois as turmas mudam somente a cada ano, mas, ainda assim, é fundamental levar em consideração a forma adequada de leitura deste estudo. Para exemplificar esta situação, vamos assumir o seguinte exemplo: Em uma situação hipotética, no ano, digamos, 2020, uma escola no primeiro ano do Ensino Médio tem 20% de evasão após uma entrada de 100 estudantes. Se, no ano, no ano seguinte, não houver evasão, o que veremos será algo como apresentado na Figura 2:

Gráfico 2: Exemplo de visualização de Coorte em barras empilhadas

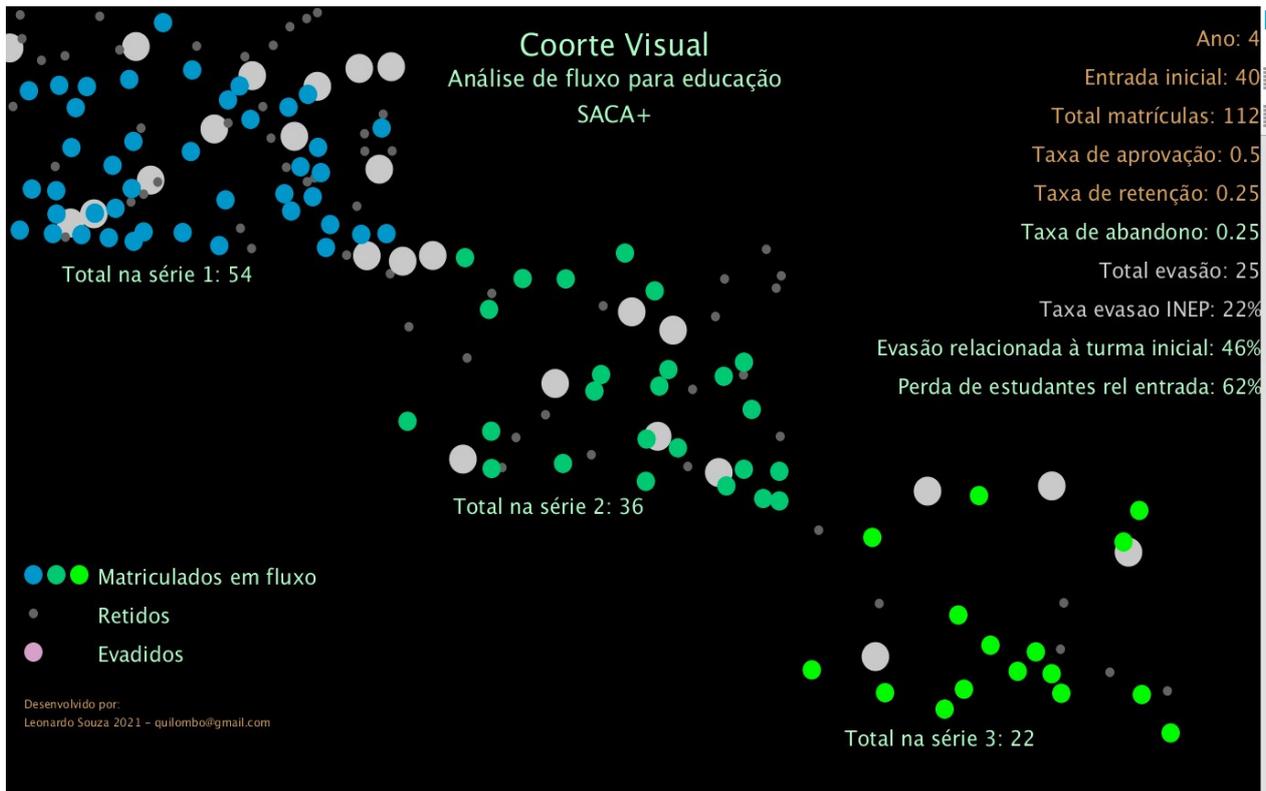


Fonte: do autor

Como o Estudo de Coorte lida com o fluxo escolar através das séries e no decorrer dos anos, sua visualização em gráfico, com barras dispostas lado a lado, pode sugerir que há um conjunto único de informações que flui em transformação de uma barra para a seguinte, ou seja, de um período para outro. Por exemplo, em uma interpretação incorreta, pode-se supor que, uma vez que havia 20 estudantes em abandono no primeiro ano, mas que não há mais no segundo ano, então a evasão total diminuiu, sugerindo uma nova taxa de 11% em comparação à taxa inicial de 20%. Porém, a interpretação coerente é que são apresentadas duas informações em períodos distintos de cortes separadas, de forma que a evasão daquela turma de 2020 permanece em relação à sua turma e, adicionalmente, há uma nova turma sem evasão. Assim, as barras devem sempre ser interpretadas como dados de séries separadamente, mas nunca do tempo das séries em conjunto. Portanto, agregar as informações apresentadas no gráfico de barras em uma única síntese, geraria uma interpretação distorcida dos fatos ocorridos, pois a evasão das primeiras turmas não diminuiriam com a entrada dos novos estudantes em turmas posteriores, prevalecendo o problema que gera as taxas em separado, mas nunca havendo realidade que sustentaria a suposta taxa de síntese das barras ou períodos. Portanto, é necessário tomar o devido cuidado com esta complexidade do fluxo de transição na evasão quando avaliado pelo Estudo de Coorte, pois a interpretação incorreta da síntese dos períodos pode levar a planejamentos equivocados e divulgação de informações que não refletem a realidade escolar.

Então, para acompanhamento interno das escolas, as quais realizam prévias trimestrais do abandono ao final de cada unidade, caso seja preciso unificar as medidas temporais, o gráfico de barras não auxilia e, como demonstrado, pode, inclusive gerar dados inconsistentes com a realidade escolar. Para estes casos, um sistema computacional e dinâmico de Coorte Visual auxilia à visualização da progressão do fluxo de rendimento considerando as situações dos estudantes em constante atualização. A Figura 3, apresenta um protótipo da tecnologia desenvolvida pelo autor deste artigo para a análise de evasão e planejamento escolar em que o percurso de cada estudante é representado individualmente, mas o conjunto é agrupado por série e caracterizado visualmente pelos rendimentos correspondentes – abandono, aprovação e reprovação. Nesta análise dinâmica e visual do percurso de cada estudante, as taxas de rendimento impactam na progressão para as séries posteriores, bem como o critério de evasão, sendo que todos são calculados conforme as normas indicadas pelo órgão oficial.

Figura 2: Coorte Visual Dinâmica



Fonte: do autor

Diferente da visualização de gráfico de barras, a Coorte Visual Dinâmica separa os dois aspectos da análise: as séries e o tempo decorrido. Esta separação é importante pois, a junção destes dois aspectos geram interpretações confusas entre série e ano, dimensão de análise e dimensão de tempo decorrido. Com a visualização fornecida pela Coorte Visual Dinâmica, é possível acompanhar o fluxo de cada estudante através das séries, evitando confundi-lo com uma progressão no tempo decorrido. Ela evita também o risco de sintetizar em uma única taxa a evasão das etapas, dando ênfase na visualização da evasão localizada em cada série e em cada momento de sua evolução. Além destas vantagens, a Coorte Dinâmica possibilita acompanhar visualmente o fluxo dentro do ano com a mesma frequência da coleta das informações. Então, assegurando uma coleta de informações relevantes para compor o estudo da Coorte Visual Dinâmica, uma escola potencialmente pode conhecer com antecedência de meses, os casos de risco de evasão enquanto estes ainda estiverem na escola, por exemplo sinalizando inicialmente o abandono.

Um terceiro ponto para a compreensão da complexidade associada ao processo de abandono trata das etapas que antecedem a evasão. Para a compreensão destas etapas,

apresentamos, conforme Braxton(2012), treze proposições que fornecem o panorama de um processo de desengajamento escolar. São elas:

- 1 – As características de ingresso do estudante afetam o nível inicial de compromisso com a instituição;
- 2 – As características de ingresso do estudante afetam o nível inicial de compromisso de graduar-se;
- 3 – As características de ingresso do estudante afetam diretamente a probabilidade de persistência na universidade;
- 4 – O compromisso inicial de graduar-se afeta o nível de integração acadêmica;
- 5 – O compromisso inicial de graduar-se afeta o nível de integração social;
- 6 – O compromisso inicial com a instituição afeta o nível de integração social;
- 7 – O compromisso inicial com a instituição afeta o nível de integração acadêmica;
- 8 – Quanto maior a integração acadêmica, maior o nível de compromisso subsequente com o graduar-se;
- 9 – Quanto maior a integração acadêmica, maior o nível de compromisso subsequente com a instituição;
- 10 – O compromisso inicial com a instituição afeta o compromisso subsequente com a instituição;
- 11 – O compromisso inicial de graduar-se afeta o compromisso subsequente de graduar-se;
- 12 – Quanto maior for o grau de compromisso subsequente com o graduar-se, maior a probabilidade de persistência do estudante;
- 13 – Quanto maior for o grau de compromisso subsequente com a instituição, maior a probabilidade de persistência do estudante.

(BRAXTON et al. apud PEREIRA JUNIOR, 2012, p.27)

Se levarmos em conta estas treze proposições sobre o encadeamento do processo de evasão, observamos uma progressão que pode ser enunciada da seguinte maneira: As características de ingresso se transformam em condições de integração acadêmica, que influenciam o compromisso com a instituição, o qual impacta diretamente na persistência estudantil. Neste contexto das etapas do abandono, observa-se uma estreita relação entre a persistência estudantil e o engajamento nas atividades de ensino propostas. Isso pode significar que, no acompanhamento do rendimento escolar, além da dimensão da avaliação da aprendizagem, o engajamento pode ser tratado, englobando também o fator do atendimento aos compromissos didáticos estabelecidos entre instituição de educação e estudantes. Nesta perspectiva, o complexo processo de abandono parece fornecer medidas, variáveis, a serem acompanhadas e poderiam dar indícios antecipados da evasão através de variáveis de engajamento estudantil.

A identificação destas etapas como oportunidades para o acompanhamento antecipado da evasão são extremamente importantes, pois ao se comparar ações que monitoram com antecedência risco de evasão pelo desengajamento com ações de resgate de estudantes já evadidos, como afirma Aldeman (2021a ; 2021b), os Sistemas de Alerta Precoce são mais impactantes que tais ações de resgate, uma vez que as causas da evasão frequentemente são motivos sociais de forte apelo, tais como empregabilidade, saúde ou segurança, os quais colocam em risco o apoio familiar à continuidade dos estudos.

Os Sistemas de Alerta Precoce também revelam realidades ambíguas do processo de evasão. Por exemplo, na Guatemala⁶, 50% dos estudantes que têm notas mais baixas evadem, mas também evadem 20% daqueles que têm as notas mais altas, mas dentre estes, alguns dão sinais de evasão com maior anterioridade que outros. No entanto, para que tais realidades sejam reveladas, é importante que sejam monitoradas, com precisão e ao longo do tempo, variáveis individualizadas como: faltas, rendimento escolar, distorção idade-série, gênero, etnia, condição socioeconômica da família, fatores regionais de IDHM e âmbito rural ou urbano da escola, mas sobretudo o envolvimento do estudante com a escola. Na Guatemala, para o teste piloto do monitoramento de tais variáveis, um esforço coordenado entre governo e escolas atuou em três frentes de trabalho em 4000 escolas⁷:

1. A elaboração de um guia com práticas relevantes sobre o que fazer para evitar a evasão escolar;
2. O apoio formal do governo de forma que a lista de estudantes em risco de evasão recebam apoio extra;
3. A criação de um sistema de alerta automático direcionado às escolas a partir de lembretes sobre a prevenção da desistência escolar com a lista de estudantes em risco;

Então, considerando as complexidades apresentadas - o problema relacionado ao cálculo da evasão, aquele relacionado à apresentação da informação da evasão e o problema de acompanhamento com antecedência das etapas da evasão -, percebe-se que se trata de um fato multivetorial, não só nas suas causas sociais⁸, mas também em

6 Aldeman destaca ainda que os Sistemas de Alerta Precoce se confirmam como uma alternativa para países da América Central como a Guatemala desde 2017 com redução de 9% da evasão e custo inferior a 2 dólares por aluno.

7 Aproximadamente 20% do total

8 Aldeman(2021a) pontua que dentre as principais causas da evasão são recorrentes os motivos de empregabilidade, saúde, apoio familiar transporte e qualidade de ensino.

nos processos de identificação, de registro e de tratamento que, na sua complexidade, guardam características de ambiguidade, incerteza e volatilidade.

Inteligência Artificial aplicada à Gestão Escolar: A Inteligência Educacional

Com o avanço da Aprendizagem de Máquina e Inteligência Artificial, diversas tecnologias têm surgido para lidar com a complexidade envolvida na medida das variáveis associadas à evasão. Dentre as patentes registradas no INPI para agosto de 2020, as tecnologias de I.A. para a predição da evasão (BRISSAC, 2009; LENHARD; MARTINS, 2019; OLIVEIRA; DANIEL, 2018; SILVA; IMRAN, 2015) se baseiam na primeira de todas as treze etapas apresentadas: as características de ingresso do estudante afetam o nível inicial de compromisso com a instituição e posteriormente afetam diretamente a probabilidade de persistência estudantil. Porém, mesmo com tecnologia apurada, tais abordagens tendem a simplificar o problema confirmando a ideia de que, se o estudante vem de classes menos favorecidas, ele estará em constante risco de abandono. A fragilidade dessas perspectivas está no fato de que elas não avançam a partir do conhecimento produzido sobre as demais etapas do processo de evasão, o qual nos diz que, após o ingresso dos estudantes nas escolas, a situação de engajamento muda constantemente. Portanto, tais abordagens não possibilitam identificar com precisão os momentos adequados para atuação da gestão pedagógica no decorrer das etapas da evasão, gerando excesso de trabalho em tratamentos homogêneos de grandes grupos de estudantes pré-selecionados que, em comum, somente pertencem a uma mesma classe social.

Diferente daquelas formas de tratamento, o acompanhamento do engajamento pode ser feito considerando as etapas do processo de evasão escolar para identificar os possíveis casos de evasão, antes mesmo que se confirmem como abandono escolar tal como a medida de ausências e atrasos estudantis relatados por Lee, Chung (2019) e Majumder (2018). Nesse sentido, nossa pesquisa é direcionada pelas questões concernentes à identificação da evasão com antecedência⁹:

9 Por estas proposições apresentarem uma concepção mais complexa das etapas de evasão, é compreensível que nenhum conselho de classe consiga avaliar estes fatores de forma eficiente, uma vez que o problema é humanamente inviável de ser tratado com agilidade. Como decorrência deste contexto, avaliar o engajamento dos estudantes recai frequentemente sobre a capacidade intuitiva dos professores através da percepção parcial das turmas com que eles mantêm contato, fato que, embora não seja determinante, colabora para os níveis já conhecidos de reprovação e evasão escolar.

1. Desenvolver tecnologias que auxiliem no acompanhamento das etapas no decorrer dos processos associados à evasão.
2. Criar escala para a medida do engajamento e do risco de abandono associado, uma vez que há uma estrutura fatorial, não linear, de combinação de causas de evasão (PEREIRA JUNIOR, 2012), as quais não pode ser expressa pela fórmula vigente para cálculo da evasão e abandono e nem pela contabilização do total de ausências e atrasos apresentados por Lee e Chung(2019) e Majumder (2018).
3. Propor momentos precisos para a ação antecipada da gestão pedagógica baseada na escala de engajamento.

Tendo como base estes direcionamentos, apresentamos uma escala para remeter a medida de engajamento estudantil e conseqüente risco de abandono escolar, uma vez que o registro de frequência e de compromissos intermediários, possibilita identificar não só os casos de risco de reprovação por falta, como também antecipar o risco de evasão proveniente deles.

Para chegar à escala de engajamento, foi considerada uma correlação entre as etapas da evasão e uma escala de engajamento da persistência estudantil, a partir da coleta de dados ao longo de 4 anos, de onde foi possível observar as seguintes constatações:

- Dos casos registrados, 2 a cada 10 estudantes apresentaram atrasos;
- 72% (mais de 1 a cada 5 estudantes) dos casos que apresentam atrasos têm redução de até 50% na presença em aula subsequente aos atrasos;
- Os atrasos e faltas apresentam características de maior ou menor concentração no decorrer das aulas, indicando uma persistência de ocorrência ou eventualidades;

Baseados nestas constatações, realizamos um estudo estatístico para a pontuação do impacto de uma falta, atraso ou presença em uma escala de risco de reprovação por faltas associado, aqui apresentadas na forma de diagrama da Figura 4. O estudo apresentado está restrito a doze aulas, mas a tecnologia desenvolvida não possui nenhum tipo de restrição à ampliação do número de aulas.

Figura 3: Diagrama de fluxo das situações de risco de reprovação por falta considerando a divisão de 3 momentos em cada componente curricular



Fonte: do autor

Com esta escala de engajamento foi possível classificar diversos casos de abandono em curso, diferenciando-os em graus de urgência. Com antecedência de meses, ele possibilita encontrar oportunidades para iniciar ações de reengajamento com estes estudantes. A Tabela 2 apresenta diversos casos reais, analisados e classificados conforme o risco de Abandono.

e 83%, erro entre 16% e 23% e acurácia entre 76% e 83% e estão relacionados nas tabelas a seguir:

Tabela 3: Ganho de 2X em relação ao estado da técnica. TREE utilizada na forma básica em relação ao estado da técnica. Características da matriz de confusão para a detecção da evasão: Sensibilidade 25%, seletividade 72% (perda de somente 18%). Precisão de 54,5% e erro de 45%. Total de 99 percursos de amostragens diárias ao longo de 13 aulas.

EVASÃO	POSITIVO PRED	NEGATIVO PRED
POSITIVO REAL	9	28
NEGATIVO REAL	17	45

Tabela 4: Ganho de 5,3X. TREE utilizada prevendo as aulas ainda não ministradas como faltas. Características da matriz de confusão para a detecção da evasão: Sensibilidade 70% (Ganho de 57%), seletividade 32%. Precisão de 46% e erro de 53%. Total de 99 percursos de amostragens diárias ao longo de 13 aulas.

EVASÃO	POSITIVO PRED	NEGATIVO PRED
POSITIVO REAL	26	11
NEGATIVO REAL	42	20

Tabela 5: Ganho de 7,7X. TREE utilizada com 3 agentes de classificação e 1 de síntese a cada 11 aulas. Características da matriz de confusão para a detecção da evasão: Sensibilidade 100% (melhoria de 87%), seletividade 25%. Precisão de 42,86% e erro de 57,14%. Total de 21 percursos de amostragens diárias ao longo de 42 aulas. Amostragem de 5 processos de evasões reais ao total.

EVASÃO	POSITIVO PRED	NEGATIVO PRED
POSITIVO REAL	5	0
NEGATIVO REAL	12	4

Tabela 6: Ganho estável de 7,7X. TREE utilizada com 3 agentes de classificação e 1 de síntese a cada 11 aulas. Características da matriz de confusão para a detecção da evasão: Sensibilidade 100% (melhoria de 55%), seletividade 78,76% (perda de somente 5%). Precisão de 83,33% (melhoria de 26%) e erro de 16,67% (melhoria de 17%). Total de 18 percursos de amostragens diárias ao longo de 42 aulas.

EVASÃO	POSITIVO PRED	NEGATIVO PRED
POSITIVO REAL	4	0
NEGATIVO REAL	3	11

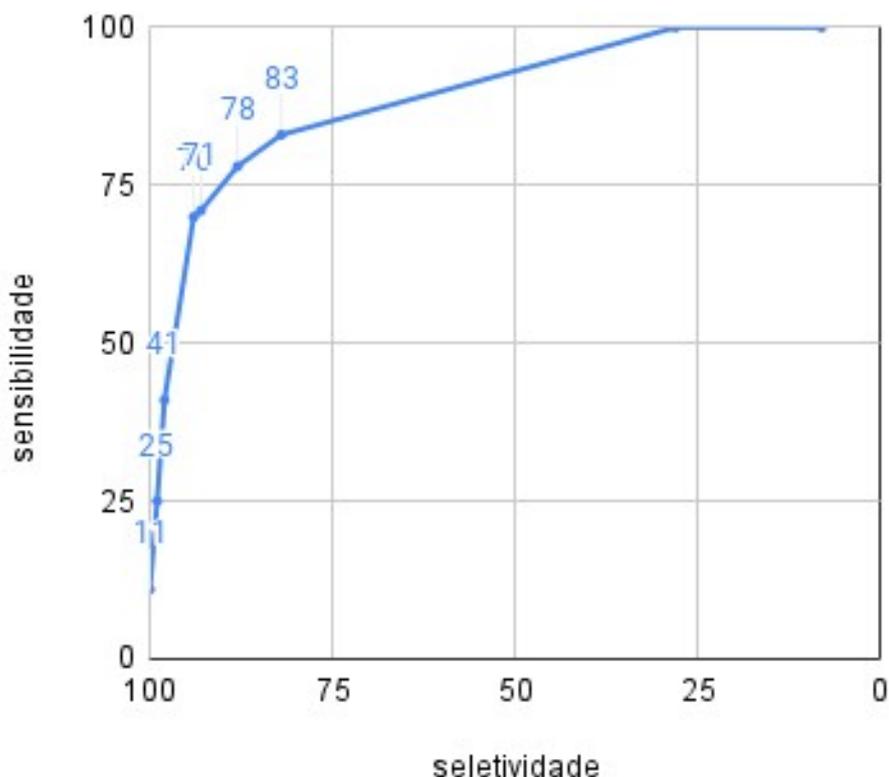
Tabela 7: Ganho estável de 7,7X. TREE utilizada com 3 agentes de classificação e 1 de síntese a cada 11 aulas. Características da matriz de confusão para a detecção da evasão: Sensibilidade 100% (melhoria de 55%), seletividade 11,76% (perda de somente 5%). Precisão de 31,33% (melhoria de 26%) e erro de 68,67%(melhoria de 17%). Total de 22 percursos de amostragens diárias ao longo de 42 aulas.

EVASÃO	POSITIVO PRED	NEGATIVO PRED
POSITIVO REAL	5	0
NEGATIVO REAL	15	2

Tabela 8: Ganho estável de 7,7X. TREE utilizada considerando somente as classificações extremas. Características da matriz de confusão para a detecção da evasão: Sensibilidade 100% (melhoria de 55%), seletividade 70,57% (perda de somente 5%). Precisão de 76,19%(melhoria de 26%) e erro de 23,67%(melhoria de 17%). Total de 21 percursos de amostragens diárias ao longo de 32 aulas. Amostragem de 4 processos de evasões reais ao total.

EVASÃO	POSITIVO PRED	NEGATIVO PRED
POSITIVO REAL	4	0
NEGATIVO REAL	5	12

Gráfico 3: ROI para 560 percursos de teste avaliados com o preditor



Apresentada na primeira parte deste artigo, a Coorte Visual e Dinâmica, aliada à tecnologia de alerta de risco de evasão, juntas compõem um conjunto de ferramentas eficazes no propósito de encontrar, com precisão e antecedência, casos de evasão quando os estudantes ainda se encontram na escola. Embora seja criada com Algoritmos Genéticos e Inteligência Artificial, este conjunto de ferramentas amplia a atuação da gestão escolar, agregando precisão e agilidade para o tratamento da complexidade da evasão em tempo de atuar para conter a situação de abandono. Por fim, com auxílio das tecnologias apresentadas, as escolas com suas estratégias de reengajamento dos estudantes, certamente estarão melhores amparadas, sob uma perspectiva de que as tecnologias fortalecem a Inteligência em Educação conduzida por instituições responsáveis por atuar na redução da evasão escolar. Afinal, tratam-se, menos de números e estatísticas, mas de estudantes, professores e famílias envolvidos no complexo processo da evasão escolar.

Considerações finais

Neste artigo analisamos o processo de evasão escolar na inter-relação dentre os estudantes e as Instituições de Educação. Fazemos tal análise identificando as características que diferenciam a evasão de uma ocorrência discreta, ou seja, em que o estudante está ou não está vinculado à escola. Neste sentido, remetemos à evasão enquanto um complexo processo de desistência escolar, pontuando as etapas de um contínuo de desengajamento estudantil em que as características de ingresso se transformam em condições de integração acadêmica, que influenciam o compromisso com a instituição, o qual impacta diretamente na persistência estudantil. Uma vez que, os indicadores oficiais de evasão são divulgados anualmente e não consideram as medidas dentro deste intervalo, cada escola precisa encontrar suas próprias estratégias para reduzir a evasão entre seus estudantes. Para tanto, as escolas carecem de suporte para uma análise de previsão da evasão a qual possibilitaria tomar medidas para evitar o abandono enquanto o estudante ainda se encontra na escola.

Considerando o problema relacionado ao cálculo da evasão, à apresentação das informações de evasão e os problemas relacionados às etapas da evasão, percebe-se que se trata de um fato multivetorial, não só nas suas causas sociais¹⁰, mas também em seus processos de identificação registro e tratamento que, na sua complexidade, guardam

¹⁰ Aldeman(2021a) pontua que dentre as principais causas da evasão são recorrentes os motivos de empregabilidade, saúde, apoio familiar transporte e qualidade de ensino.

características de ambiguidade, incerteza e volatilidade nos processos das instituições envolvidas.

Diante deste contexto, apresentamos uma tecnologia que fortalece uma perspectiva de que a Inteligência em Educação deve ser fortalecida no trabalho das escolas: atividades de planejamento e tratamento das situações de rendimento e transição estudantis que carecem de análise de muitos dados da comunidade discente. Na solução apresentada, desenvolvemos um algoritmo de engajamento que nos possibilitou classificar e diferenciar o risco de abandono. No que tange às situações de risco, a tecnologia possibilitou averiguar de que ocorre impulso e atração para situações de maior risco em vários dos percursos, e a persistência estudantil é o fator que determina se ocorrerá ou não a situação de risco. Com o resultado, pode-se encontrar os casos de cada momento de aceleração do risco e acompanhar os percursos de estudantes que chegam até ali. Além disso, com o auxílio da tecnologia desenvolvida, pode-se fazer a classificação dos diversos percursos de engajamento possíveis conforme as três dimensões do problema do engajamento - quantidade, momento e concentração - , aprimorando a ideia de que há variáveis de um processo de evasão que podem ser acompanhadas, auxiliando na tomada de decisão por parte da gestão escolar a fim de antecipar-se à evasão.

Por fim, a tecnologia introduzida neste artigo possibilita à gestão escolar o acompanhamento da persistência estudantil como forma de prevenir com antecedência de meses e com maior precisão a evasão futura aprimorando a perspectiva apresentada por Majumder(2018), Lee e Chung(2019) que contabiliza os totais de ausências e atrasos. Portanto, trata-se de uma tecnologia para identificar, acompanhar e prevenir situações de evasão através do acompanhamento do percurso do estudante, focada em como detectar um processo de abandono antes que ele se desenvolva em evasão, atividade que demonstra maior eficácia em relação ao resgate de estudantes já evadidos.

Referências

ALDEMAN, Melissa. School dropout in Central América: An overview of trends, causes consequences, and promising interventions. World Bank. 2021a. Disponível em <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/23914/School0dropout0missing0interventions.pdf?sequence=1&isAllowed=y> acesso 03/05/2021 12:36

ALDEMAN, Melissa. Palestra proferida no lançamento do programa Brasil da Escola. Abr. 2021b. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=P_kvagZ_06U acesso 03/05/2021 12:36

BRASIL. Diplomação, retenção e evasão nos cursos de graduação em instituições de ensino superior públicas. Relatório da Comissão Especial de Estudos sobre Evasão nas Universidades Públicas Brasileiras. Brasília, DF: ANDIFES/ABRUEM/SESu/MEC, 1997.

BRISSAC, Rafaela de Menezes Souza. Fatores anteriores ao ingresso como preditivos de evasão nos anos iniciais dos cursos superiores de tecnologia. 2009. 149 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

INEP. Nota técnica n8/2017/CGCQTI/DEED de 27 de junho de 2017. Estimativas de fluxo escolar a partir do acompanhamento longitudinal dos registros do Censo Escolar. Disponível em https://download.inep.gov.br/informacoes_estatisticas/indicadores_educacionais/2007_2016/nota_tecnica_taxas_transicao_2007_2016.pdf acesso 03/05/2021 12:36

FEY, A. F.; LUCENA, K. D. C.; NAGALI, V. Evasão no ensino superior: uma pesquisa numa ies do ensino privado. Revista de Humanidades, Tecnologia e Cultura (REHUTEC), v. 1, n. 1, p. 65-96, 2011.

KLEIN, Ruben. Produção e Utilização de Indicadores Educacionais: Metodologia de Cálculo de Indicadores do Fluxo Escolar da Educação Básica. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, v. 84, p. 107-157, 2003. Disponível em: <http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/rbep/article/view/1378/1117> . Acesso em: 3 maio 2021.

LEE, Sunbok. CHUNG, Jae Young. The Machine Learning-Based Dropout Early Warning System for Improving the Performance of Dropout Prediction. Appl. Sci. 2019, 9, 3093; doi:10.3390/app9153093

LENHARD, Crhistopher. MARTINS, Mirkos Ortiz Martins. IA: Descrição e aplicação de regras de evasão no curso de ciência da computação em IES. Disciplinary Scientia. Série: Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 199-209, 2019.

MACFADYEN, L. P.; DAWSON S. Mining LMS data to develop an “early warning system” for educators: A proof of concept. In: Computers & Education, 54.2, 2010, pp.588-599.

OLIVEIRA, Manuel. DANIEL, Eulanda. Usando a mineração de dados para predição de desempenho de alunos nas disciplinas de português e matemática. RELVA, Juara/MT/Brasil, v. 5, n. 2, p. 8-16, jul./dez. 2018.

PEREIRA JUNIOR, Edgar. Compromisso com o graduar-se, com a instituição e com o curso: estrutura fatorial e relação com a evasão. 2012. 98 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

RIBEIRO, Sérgio Costa. A pedagogia da repetência. *Estud. Av.*, São Paulo , v. 5, n. 12, p. 07-21, Aug. 1991. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141991000200002&lng=em&nrm=isso . Acesso em: 3 maio 2021.

SANTOS JUNIOR, José; REAL, Giselle . A evasão na educação superior: o estado da arte das pesquisas no Brasil a partir de 1990. *Avaliação*, Campinas; Sorocaba, SP, v. 22, n. 2, p.385-402, jul. 2017

SILVA, Júlia Marques Carvalho.IMRAN, Hazra.Um estudo sobre as variáveis para predição de alunos não concluintes em cursos suportados por Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem.CINTED-UFRGS V. 13 N° 2, dezembro, 2015

THONSTAD, T. *Analysing and projecting school enrolment in developing countries: a manual of methodology*. Paris: Unesco, 1980. (Statistical Reports and Studies, n. 24). Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0004/000447/044736eo.pdf> . Acesso em: 3 maio 2021

TINTO, Vincent. Dropout from higher education: a theoretical synthesis of recent research. *Review of Educational Research*, Washington, v. 45, n. 1, p. 89-125, Winter, 1975.