

# Instrumentar antes de medir: os dados da engenharia da aprendizagem

Decidir, ainda no projeto, o que será registrado, por quê e com qual consentimento é o que separa learning analytics de vigilância. Cinco decisões de instrumentação, e o que o **IA para escolas** já registra.

1

## Eventos de aprendizagem

Envio, correção, revisão docente, devolutiva lida, contestação, refeição: cada um com quem, verbo, objeto e resultado.

2

## Consentimento e minimização

Dados de menores no melhor interesse (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais, LGPD, art. 14): finalidade escrita, prazo de guarda e o que não se registra.

3

## Duas famílias de métrica

Implementação (cobertura, dose, revisão) de um lado; aprendizagem (ganho por competência, sem a IA) do outro.

4

## A contestação como sensor

O recurso do aluno é o dado de qualidade mais barato do sistema: quanto se contesta, onde, e quantas notas mudam.

5

## Registro de decisões

Cada mudança de projeto com data, motivo, evidência e versão da ontologia: o LEED tracker em escala de escola.

# Dado de uso não é dado de aprendizagem

Medir o que a máquina fez é fácil; medir o que o aluno aprendeu é o trabalho.

## INSTRUMENTAÇÃO

Instrumentar é projetar a coleta como se projeta a interface; sem isso a investigação não tem matéria (Toolkit, caps. 5 e 13). O padrão xAPI (Experience API, IEEE 9274.1.1) descreve cada evento como **ator, verbo, objeto, contexto e resultado**.

## DUAS COLUNAS

Métricas de implementação (quem usou, quanto, com que revisão docente) e de aprendizagem (o que mudou na competência com a IA retirada). A Khan Academy publica as duas: só cerca de 9% dos alunos atingiram a dose, e o efeito de 0,36 foi medido **entre eles** (2024).

## A TENTAÇÃO

Medir só o tempo economizado. As horas de correção poupadas por turma são métrica de implementação: verdadeira e **insuficiente**. Menos de 2% das intervenções avaliadas pelo What Works Clearinghouse, centro de evidências do governo americano, tinham evidência forte ou moderada (UNESCO, 2023).

**No IA para escolas.** O sistema já registra correções por critério, revisão docente, contestações e refações; o Monitorar lê habilidades da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) por escola. Falta declará-los como eventos de aprendizagem, com finalidade e prazo, e ligá-los ao desafio de cada ciclo (material 2).

# 1 Eventos de aprendizagem

Nomear o que acontece, no formato certo.

## O QUE É

Um modelo de eventos: quem (aluno, professor, IA), verbo (enviou, corrigiu, revisou, leu, contestou, refez), objeto (redação, critério, devolutiva), contexto (turma, atividade, célula da Escala) e resultado (nota, decisão). É o vocabulário do **xAPI** e da Total Learning Architecture.

## COMO SE FAZ

Uma tabela de eventos no banco da escola, com o mínimo necessário para responder ao desafio; cada evento com data, **versão da ontologia** e tipo de correção. Sem isso, a refeição não se liga à devolutiva que a motivou.

## NA FRICÇÃO ÓTIMA

Os eventos que importam são os do esforço do aluno: tentativa antes da ajuda, rascunho sem IA, refeição. Registrar o **produto cognitivo**, não só o clique (*Diretrizes de design, diretriz 3*).

**No IA para escolas.** Os objetos da ontologia (tarefa, rascunho, devolutiva, redação, critério, material aprovado) já são o vocabulário; falta o verbo e o resultado de cada ação sobre eles.

## 2 Consentimento e minimização

Menos dados, com finalidade escrita.

### O QUE É

LGPD, art. 14: dados de crianças e adolescentes no melhor interesse, com finalidade específica e transparência. O marco da UNESCO pergunta onde ficam os dados, se treinam modelos e se podem ser apagados (*Validação de ferramentas*, eixo 1).

### COMO SE FAZ

Lista escrita do que se registra e do que **não se registra** (biometria, localização, perfil socioemocional inferido); prazo de guarda; anonimização para pesquisa. Dados do professor separados dos do aluno (*Riscos para o professor*, risco 2).

### NA FRICÇÃO ÓTIMA

A camada de **ações governadas** da ontologia define o que fica auditável e o que exige aprovação humana; a Escala de Avaliação registra a finalidade pedagógica de cada atividade.

**No IA para escolas.** LGPD por padrão (portabilidade em JSON, exclusão em quinze dias úteis, encarregado de dados nomeado) já está no contrato; a instrumentação acrescenta a finalidade de cada evento e o direito da família de saber o que entra no ciclo.

## 3 Duas famílias de métrica

Duas colunas, nunca uma só.

### O QUE É

Implementação: cobertura (alunos atendidos), dose (correções por aluno por mês), validação docente (notas validadas uma a uma, com registro; a meta é 100%), tempo de devolutiva, taxa de contestação. Aprendizagem: nota por competência entre ciclos, alunos que sobem um nível, desempenho na **fase sem IA**.

### EXEMPLO

O Learning Engineering Virtual Institute (LEVI) publicou uma matriz de cinco níveis de método por cinco tipos de desfecho, do teste externo validado à acurácia do modelo, para não confundir "**o modelo acertou**" com "o aluno aprendeu" (Whitmer e Andres, 2024).

### NA FRICÇÃO ÓTIMA

"Como vou saber, com a IA retirada, que houve aprendizagem?" (*Fricção cognitiva ótima na prática*, tela 23). A métrica de aprendizagem responde a essa pergunta; a de implementação, a outra: "**o aluno chegou a usar?**".

**No IA para escolas.** O painel de correção já mostra média, distribuição e desempenho por critério; a evolução por competência ao longo das refeições é a primeira métrica de aprendizagem disponível sem coleta nova.

## 4 A contestação como sensor

O aluno que discorda está auditando o sistema.

### O QUE É

O recurso registrado (autoavaliação, resposta da IA, recurso humano) produz três dados: quanto se contesta, em que critério e quantas contestações mudam a nota. É uma medida de **concordância** entre IA, aluno e professor sem custo adicional.

### COMO SE FAZ

Taxa de contestação por competência e por tipo de correção; proporção de recursos aceitos; tendência entre versões da ontologia. Uma queda na taxa após uma mudança de rubrica é **evidência de iteração**.

### NA FRICÇÃO ÓTIMA

A contestação é fricção produtiva: obriga o aluno a argumentar com o critério (conflito sociocognitivo) e o professor a explicitar a verdade operacional. *Viés humano e viés algorítmico* se vigiam mutuamente.

**No IA para escolas.** A bandeja unificada de recursos, com histórico completo para auditoria pedagógica, já existe. Transformá-la em indicador publicado por escola é o passo mais rápido para o degrau 2 da evidência (material 4).

## 5 Registro de decisões

O que mudou, por quê, em que versão.

### O QUE É

O **LEED tracker** (Learning Engineering Evidence and Decision tracker), criado no MIT Open Learning: uma tabela viva de decisões de projeto com a evidência que as motivou (Totino e Kessler, 2024).

### COMO SE FAZ

Uma linha por decisão: data, desafio, decisão, alternativa descartada, evidência (dado, pesquisa, requisito, experiência), versão da ontologia. Registrar **retroativamente** o último ano e prospectivamente a partir de agora.

### NA FRICÇÃO ÓTIMA

A ontologia versionada é a metade técnica; o registro de decisões é a metade humana: quem decidiu, com base em quê. O **analista no circuito** deixa rastro.

**No IA para escolas.** O histórico de versões da ontologia e a ata da reunião semanal são a matéria-prima; um campo "evidência" na ata fecha o registro sem ferramenta nova.

# Seis condições para instrumentar sem vigiar

- ✓ Cada evento tem quem, verbo, objeto, contexto e resultado, e se liga ao desafio de um ciclo.
- ✓ Finalidade, prazo de guarda e anonimização para pesquisa estão declarados à família.
- ✓ A taxa de contestação e a proporção de recursos aceitos são publicadas por escola.
- ✓ Há uma lista escrita do que não se registra, e os dados do professor não se misturam aos do aluno.
- ✓ As métricas de implementação e as de aprendizagem estão em colunas separadas, e ninguém vende uma como a outra.
- ✓ Toda decisão de projeto tem uma linha no registro: data, evidência, versão.

# Créditos e referências

Terceiro material da série *Engenharia da aprendizagem*. Lê a instrumentação de dados pelo que a coleção já contém: os objetos e as ações governadas da *Ontologia operacional educativa*, a contestação e a bandeja de recursos (*Apresentações*, 28p), o painel analítico e o Monitorar, a LGPD por padrão, os critérios de dados da *Validação de ferramentas* (UNESCO) e a separação entre dados do aluno e do professor pedida em *Riscos para o professor*. A pergunta "com a IA retirada, houve aprendizagem?" vem de *Fricção cognitiva ótima na prática*.

**CZERWINSKI, E. et al.** Learning engineering uses data: instrumentation. In: GOODELL, J.; KOLODNER, J. L. (Ed.). Learning engineering toolkit. New York: Routledge, 2022. p. 153–174.

**IEEE.** IEEE Std 9274.1.1–2023: Standard for JavaScript Object Notation (JSON) data model format and REST API for the Experience API (xAPI). Piscataway: IEEE, 2023.

**TOTINO, L.; KESSLER, A.** Why did we do that? Design decision tracking in learning engineering. *Journal of Applied Instructional Design*, v. 13, n. 2, 2024.

**WHITMER, J.; ANDRES, J.** Creating a responsive, systematic approach to early edtech evidence: the LEVI Trialing Hubs matrix. Learning Engineering Virtual Institute, 2024.

**KHAN ACADEMY.** Khan Academy efficacy results. Mountain View: Khan Academy, 2024.

**UNESCO.** Global education monitoring report 2023: technology in education, a tool on whose terms? Paris: UNESCO, 2023.

**BRASIL.** Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais). Brasília: Presidência da República, 2018.

Oldimar Cardoso • [iaparaescolas.com.br](http://iaparaescolas.com.br) • 2026