

Uczeń nie „odbiera” wiedzy, uczeń ją przewiduje.

Kodowanie predykcyjne w praktyce szkolnej: jak mózg uczy się na błędach i co to zmienia na lekcji.

Jest taki moment na lekcji, który znasz aż za dobrze. Uczeń patrzy na zadanie, mówi: „To proste”, po czym rozwiązuje je... źle. A kiedy prosisz, żeby pokazał tok rozumowania, okazuje się, że on naprawdę widział coś innego niż Ty. Nie w sensie żartu. W sensie poznawczym.

I właśnie w tym miejscu kodowanie predykcyjne robi porządek w głowie nauczyciela. Bo sugeruje, że uczeń nie jest maszyną do wchłaniania informacji. Jego mózg działa inaczej: najpierw zgaduje, potem dopiero sprawdza, czy to się zgadza z rzeczywistością.

To podejście w neuronauce nazywa się kodowaniem predykcyjnym. Dla edukacji ma ono ogromne znaczenie, bo tłumaczy, skąd biorą się uporczywe nieporozumienia, dlaczego sama teoria nie wystarcza i jak projektować lekcję tak, żeby uczeń nie tylko „zapamiętał”, ale naprawdę zaktualizował swój sposób myślenia.

Co robi mózg zamiast „propagacji wstecznej”.

W świecie sztucznej inteligencji większość sieci neuronowych uczy się dzięki metodzie zwanej propagacją wsteczną. Najpierw system robi przewidywanie, potem liczy błąd na końcu, a następnie „odsyła” ten błąd wstecz przez kolejne warstwy, korygując połączenia.

To działa genialnie w maszynach. Ale biologia raczej nie robi tego wprost. Mózg nie ma wygodnego, globalnego licznika błędów, który mówi każdej synapsie: „ty odpowiadasz za 2 procent pomyłki, a ty za 0,2 procent”. A jednak uczy się błyskawicznie, oszczędnie i w czasie rzeczywistym.

Kodowanie predykcyjne podpowiada prostą, ale mocną alternatywę. W mózgu:

- przewidywania płyną z góry w dół,
- a w górę płyną głównie błędy przewidywań,
- uczenie przebiega lokalnie, małymi korektami, w rytmie życia, a nie w osobnej „fazie treningu”.

W edukacji można to powiedzieć tak: uczeń stale buduje model świata, a lekcja jest serią bezpiecznych aktualizacji tego modelu.

„Percepcja to kontrolowana halucynacja”, czyli dlaczego uczeń „widzi” inaczej.

Mózg nie czyta świata jak skaner. On go rekonstruuje na podstawie oczekiwań. Jeżeli wchodzisz do kuchni, nie analizujesz każdego szczegółu od zera. Masz w głowie schemat kuchni i dopiero sprawdzasz, czy coś go nie narusza.

To samo dzieje się na lekcji. Uczeń czyta tekst lub zadanie, ale jego mózg uruchamia przewidywania:

„To będzie o ułamkach, więc trzeba skracać”, „To jest wiersz, więc musi być rym”, „To jest energia, więc pewnie $E=mc^2$ ”.

Jeśli to pasuje, mózg przechodzi dalej. Cisza oznacza sukces, a jeśli nie pasuje, pojawia się sygnał, który jest najważniejszy dla uczenia: błąd predykcji. Zaskoczenie, zdziwienie, potknięcie, zatrzymanie, pytanie, to dla dobrego nauczyciela to nie problem, to początek prawdziwej pracy.

Trzy zasady kodowania predykcyjnego w szkolnej wersji.

Pierwsza zasada: mózg ma hierarchię modeli. Na górze są bardziej ogólne schematy, na dole szczegóły. Uczeń najpierw próbuje „zrozumieć sens”, a dopiero potem dopasowuje detale.

Druga zasada: w górę płyną głównie to, czego nie dało się przewidzieć. Jeśli przewidywanie działa, nie ma powodu, żeby wysyłać dane dalej, a jeśli nie działa, system reaguje.

Trzecia zasada: uczenie polega na zmniejszaniu lokalnego błędów. Nie czekasz na końcowy wynik. Korygujesz od razu tam, gdzie pojawia się niezgodność.

Z perspektywy dydaktyki to jest bardzo uwalniające, ponieważ pokazuje, że „błąd” nie jest wrogiem lekcji. Błąd jest mechanizmem, dzięki któremu lekcja w ogóle ma sens.

Precyzja: dlaczego nie każdy błąd uczy tak samo.

Jest jeszcze jeden element, który świetnie pasuje do realiów klasy. Kodowanie predykcyjne zakłada, że mózg waży błędy i jedne błędy uznaje za ważne i warte korekty, inne za szum tła.

To w edukacji widać natychmiast:

- uczeń może ignorować korektę, bo nie ufa źródłu,
- może ignorować zadanie, bo nie rozumie celu,
- może nie aktualizować modelu, bo boi się kompromitacji,
- może też nie reagować, bo jego uwaga jest gdzie indziej.

Precyzja błędu w klasie to w praktyce: bezpieczeństwo emocjonalne, sens zadania, jasne kryteria sukcesu, tempo pracy, rytm lekcji i sposób udzielania informacji zwrotnej.

Jeżeli uczeń ma poczucie, że pomyłka go kompromituje, jego mózg zrobi wszystko, żeby błędy ignorować. Jeśli ma poczucie, że błąd jest naturalnym elementem uczenia, zacznie z niego korzystać.

Ramka metodyczna.

Jak zastosować kodowanie predykcyjne jutro na lekcji?

Krok 1. Wywołaj przewidywania.

Nie zaczynaj od definicji, ale od pytania: *Co się stanie, jeśli...?*, albo od krótkiego „strzału” w stylu: *Która odpowiedź jest najbardziej prawdopodobna i dlaczego?*.

Krok 2. Zaprojektuj bezpieczny błąd.

Daj zadanie, które ujawni rozbieżność między intuicją a rzeczywistością. Uczeń ma się potknąć, ale ma też dostać narzędzia, żeby wstać.

Krok 3. Nazwij błąd.

Nie oceniaj, nazwij mechanizm: *Widzimy tu przewidywanie, które nie pasuje do danych. Sprawdźmy, co dokładnie się rozjechało.*

Krok 4. Zaktualizuj model.

Pokaż regułę, przykład kontrastowy i jedną analogię, następnie wróć do podobnego zadania.

Krok 5. Sprawdź transfer.

Daj inne zadanie, w innym kontekście. Jeśli uczeń przenosi regułę, model został zaktualizowany, a jeśli nie, wracamy do kroku 2.

Gotowe mini aktywności na trzy etapy edukacyjne.

Edukacja wczesnoszkolna.

1. Zgadnij i odkryj.

Pokazujesz fragment obrazka lub zdania. Dzieci zgadują, co jest dalej. Potem odsłaniasz całość i rozmawiacie: co nas zmyliło.

2. Pudełko tajemnic.

3. Dzieci słyszą dźwięk, próbują zgadnąć przedmiot, a potem sprawdzają. Błąd predykcji jest radością, nie porażką.

4. Jak to się skończy?

Czytasz początek krótkiej historyjki, dzieci przewidują zakończenie, potem weryfikacja.

Szkoła podstawowa IV–VIII.

1. Zadanie na fałszywą intuicję.

Wybierasz problem, który większość rozwiąże „z automatu” źle. Potem omawiacie, jakie przewidywanie stało za błędem.

2. Dwie odpowiedzi, jedno lepsze uzasadnienie.

Uczniowie wybierają wyjaśnienie i bronią go argumentami. Dopiero potem wchodzisz z korektą.

3. Mapa przewidywań.

Przed tematem uczniowie zapisują 3 zdania: „wydaje mi się, że...”. Po lekcji dopisują: „teraz myślę, że...”.

Szkoła ponadpodstawowa.

1. Błąd jako narzędzie diagnostyczne.

Uczniowie analizują własny błąd: z jakiego modelu świata wynikał i jak go zmienić.

2. Precyzja błędu i uwaga.

Dyskusja: dlaczego jedne informacje ignorujemy, a inne zmieniają nasze przekonania. To świetne wejście do krytycznego myślenia.

3. AI kontra mózg.

Krótką debatą: *Czy AI uczy się jak człowiek?* Rozważania pokazujące, że inteligencja nie ma jednego, uniwersalnego modelu, że AI może funkcjonować według różnych paradygmatów.

Prompty do AI dla nauczycieli, aby projektować lekcje oparte na przewidywaniach i korekcie błędów:

1. *Zaprojektuj 45-minutową lekcję z tematu: [temat], gdzie uczniowie najpierw formułują przewidywania, potem doświadczają kontrolowanego błędu, a na końcu aktualizują model. Podaj pytania, zadanie wywołujące błąd i podsumowanie.*
2. *Wymyśl 5 typowych błędnych przekonań uczniów na temat: [temat]. Do każdego podaj zadanie ujawniające błąd i krótkie wyjaśnienie korygujące.*
3. *Stwórz kartę pracy z sekcjami: Moje przewidywanie, Co wyszło inaczej, Dlaczego, Nowa reguła, Sprawdzenie w nowym zadaniu. Temat: [temat], klasa: [klasa].*
4. *Zaproponuj 3 pytania metapoznawcze po lekcji, które pomogą uczniom zauważyć, jak zmienił się ich sposób myślenia.*

Najważniejsze wnioski dla szkoły.

Kodowanie predykcyjne pozwala spojrzeć na uczenie się inaczej: jako na proces aktualizacji przewidywań, a nie gromadzenie informacji. Dla nauczyciela to praktyczna wskazówka: **jeśli chcesz, żeby uczeń naprawdę się nauczył, nie tylko tłumacz: najpierw uruchom jego model świata, potem wywołaj bezpieczny błąd, a na końcu pomóż ten model przebudować.**

Wdrażanie sztucznej inteligencji w szkole pozwala pokazać uczniom, że systemy AI uczą się inaczej niż ludzki mózg, choć oba mechanizmy opierają się na przewidywaniu. Zrozumienie tej różnicy sprzyja rozwijaniu krytycznego myślenia, które jest dziś szczególnie potrzebne. Zastosowanie AI w edukacji umożliwia uczniom analizę różnic między mechanizmami uczenia się człowieka i sztucznej inteligencji, co stanowi istotny element kształtowania krytycznego myślenia.

Dbajmy o uczniów, ale nie zapominajmy o sobie.

Mariusz Walak