Powrót do Natury,
czyli zwycięstwo pokory nad pychą

Marek KORDOS, Warszawa*

Jest to tekst nawiązujący do odczytu wygłoszonego na 58. Szkole Matematyki Poglądowej, Wola Ducka, sierpień 2018 roku.

Wybór *modus operandi* w najgłębszej warstwie sprowadza się do pytania, czy

zrobić tak, jak należy, to, co się uda

czy też

zrobić to, co należy, tak, jak się uda.

W sferze politycznej jest to wybór między demokracją i despotyzmem, w sferze ekonomicznej między ortodoksją i leseferyzmem, w sztuce między klasyką i awangardą, w etyce miedzy dyscypliną i woluntaryzmem (i tak dalej, i temu podobnie).

Gdy chodzi o gromadzenie wiedzy, tak najprościej wyraża się różnica między wiedzą **pewną** i **pełną**.

Wiedza pewna

Przyjęcie zasady

zrobić tak, jak należy, to, co się uda

oznacza, iż zasób wiedzy pewnej jest wyznaczony przez wydolność bardzo restrykcyjnie dobranych metod pozyskiwania odpowiedzi na stawiane pytania – odrzuca więc większość z nich, odmawia rozstrzygania większości problemów.

Wiedza pewna poraża, przeraża swą arystokratyczną doskonałością, separuje się od pospólstwa swą hermetyczną elitarnością.

Słowem, jest to **matematyka**. Właściwie ona jedna.

Stwarza to paradoksalne usytuowanie wiedzy pewnej w społecznym postrzeganiu.

Z jednej strony skłonni jesteśmy (obecnie – a może bezpieczniej byłoby napisać: do niedawna) utożsamiać pojęcia *wiedza pewna* i *nauka*, podciągając pod status wiedzy pewnej również dyscypliny, w których rozumiany restrykcyjnie podany wyżej standard nie jest przestrzegany. Bo przymiotnik „naukowy" ma niewątpliwie bardzo pozytywną konotację. Dość powszechnie też o problemach odrzucanych przez naukę skłonni jesteśmy mówić, iż nauka **jeszcze** ich nie ogarnęła, choć jest oczywiste, iż kryteriów wiedzy pewnej spełniać nie mogą (wiele takich sytuacji mamy zwłaszcza w naukach społecznych, że nie wspomnę o filozofii czy teologii).

Z drugiej strony surowość kryteriów wiedzy pewnej powoduje znaczne sformalizowanie jej języka, co już pięć tysiecy lat temu było odbierane jako bełkot (patrz biblijna wieża Babel) bądź jako świadoma chęć odseparowania się od społeczeństwa, „zamykanie się w wieży z kości słoniowej", wynoszenie się nad innych.

Stosunek zwłaszcza uczniów do matematyki (*Szatan z siódmej klasy*, *Ania z Zielonego Wzgórza*) ilustruje te nastroje. Także wielu uznanych humanistów jest dumnych z tego, iż *z matematyki zawsze miałem trzy na szynach* i wręcz dehumanizuje uprawiających ją – cytując Steinhausa: *Gdy ktoś chce pochwalić matematyka, mówi „to prawdziwy humanista". Nie słyszałem, by jakiś humanista został pochwalony mianem matematyka.*

Z trzeciej wszelako strony w matematyce, a więc w wiedzy pewnej, szuka się wsparcia (ratunku?), budując właściwie dla wszelkiego rodzaju sytuacji modele matematyczne, mające dać możność skutecznego przewidywania również tych zjawisk, które nie dają się podciągnąć do standardów wiedzy pewnej (najlepiej widać to w przypadku meteorologii).

*Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki UW, kordos@mimuw.edu.pl

Wiedza pełna

Przyjmując z kolei zasadę,

zrobić to, co należy, tak, jak się uda,

wiedza pełna za imperatyw ma udzielenie odpowiedzi na każde pytanie, nie brzydząc się właściwie żadnym ze sposobów ich uzyskania.

Lekarz nie może odmówić diagnozy ani zaordynowania leczenia, choć zawsze dysponuje tylko fragmentarycznymi badaniami, a na dodatek nie ma algorytmu przełożenia ich na swoje decyzje.

Historyk (nie mylić z archiwistą!) przekazuje społeczeństwu obraz opisywanej epoki czy procesu przemian społecznych, choć musi to być śmiałe uciąglenie, uspójnienie, uzwarcenie subiektywnie zweryfikowanych źródeł.

Czasem owa wymuszona swoboda formułowania ogólnych reguł postępowania (dziś powiadamy: algorytmów) znajduje nawet świadectwo w nazewnictwie – jeszcze do lat 60. XX wieku na wydziałach dróg i mostów politechnik używano zwrotu „wzory kolejowe". Były to matematycznie proste wzory opisujące zasady tworzenia nasypów kolejowych, wiaduktów, pokonywania wzniesień i wytyczania optymalnych krzywizn torów, które to wzory powstały podczas budowy linii transoceanicznej w Stanach Zjednoczonych, gdy prowadzący to przedsięwzięcie inżynierowie zapisywali po prostu zależności występujące w tych nasypach, wiaduktach itp., które im się nie zawaliły i dla których nawet później nie umiano znaleźć (albo wręcz nie szukano) uzasadnień w reologii (czyli nauki o gruntach). Były słuszne, bo się sprawdzały. Wtedy też zapanował zwyczaj, by podczas próbnych obciążeń zbudowanego mostu czy wiaduktu ekipa projektujących go inżynierów znajdowała się pod nim.

Najbardziej efektownym przykładem stosowania wiedzy pełnej, a nie wiedzy pewnej, jest lotnictwo. Stan naszej wiedzy o hydrodynamice jest ciągle niewystarczający, by odpowiedzieć wyczerpująco na pytanie, dlaczego samolot lata. Jednak skumulowanie doświadczeń i budowanie na ich podstawie skrupulatnie skonstruowanych i wielokrotnie sprawdzonych maszyn powoduje, że bez lęku korzystamy z komunikacji powietrznej.

Wiedza pełna była pierwsza i tkwi głębiej

Format wiedzy pełnej jest starszy od ludzkości.

Co rok jesienią na nadbiebrzańskich łąkach tysiące bocianów zbiera się do liczącej wiele tysięcy kilometrów podróży bez informacji o porach roku, o klimacie, o geografii, a nawet bez GPS w smartfonie. I podróż tę pokonują skutecznie (no, chyba że zapolują na nie jacyś wandale).

Zjawisk tego rodzaju znamy wiele i uważmy je za naturalne.

Jednak tłumaczenie tego instynktem jest intelektualnym tchórzostwem, objaśnieniem *ignotum per ignotum*, co można doskonale zobaczyć, przyjrzawszy się własnemu gatunkowi.

Zauważmy bowiem, że dziecko uczy się mówić bez informacji o gramatyce, składni, semantyce, ani choćby tej, jaki to właśnie język. A przecież nawet narodowcy nie wierzą chyba w instynkt, wskazujący niemowlęciu, jakim językiem ma się posługiwać. Co więcej, posługuje się tym językiem wcześniej, niż później będzie sięgać jego pamięć.

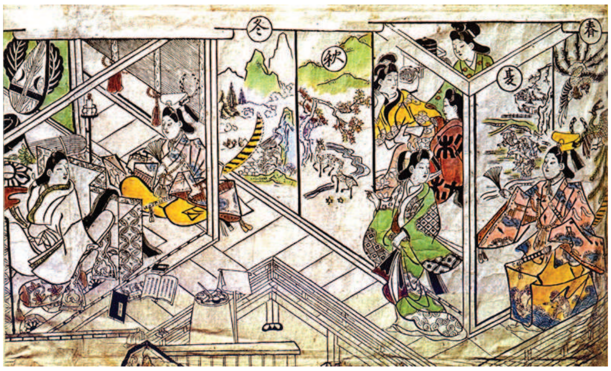
Oba przytoczone przykłady demonstrują wiedzę zdobytą przez **kumulację doświadczeń** i **kontekstowe analogie.**

Tą drogą powstaje również to wszystko, co nazywamy kulturą. A że nie wszystkie społeczności mają podobny zasób doświadczeń i nie wszystkie dostrzegły takie same analogie, ich wrażliwość może się różnić nawet w bardzo niewielkiej odległości od matematyki.

Głębokość kulturowego zapisania wzorców postrzegania świata doskonale uwidoczniła się w Epoce Meiji (Japonia, 1868–1912).

W kinie demonstruje ją romantycznie Tom Cruise w *Ostatnim samuraju*, ale w rzeczywistości ujawniła się boleśnie w – wydawać by się mogło (a Kantowi nawet się wydawało) – jednakiej dla ludzi geometrii.

Dostrzegalne, ale wydające się bez większego znaczenia istniejące wówczas różnice, jak obce dla nas konwencje perspektywy czy nieodczuwanie podobieństw jako automorfizmów spowodowało – w konfrontacji –



Patrz np. Anton Zischka, *Japonia*, Biblioteka Wiedzy, Wydawnictwo Trzaska, Evert i Michalski, 1936.

pociągające wiele ofiar katastrofy budowlane i morskie, wynikające z niedostrzegania fałszów świadomie wadliwych rysunków technicznych dostarczanych przez Anglików.

Metodologia empiryczna

– taką nazwę nosi sposób powiększania wiedzy pełnej.

To, co w niej dziś uderza, to brak pojęć **przyczyna–skutek** i to zarówno w działaniach realnych, jak i w prowadzonych rozumowaniach.

Ma to poważne konsekwencje w notacji uzyskanych rezultatów. Najlepiej można to zaobserwować, sięgając po czasy, gdy innej metodologii gromadzenia wiedzy niż empiryczna nie było.

Chcąc np. powiedzieć o porach roku, a nie mogąc podać ich przyczyn, stwarzano narrację nazwaną później mitami: opowieść o Persefonie, która zjadła sześć pestek granatu, skutkiem czego mamy sześć miesięcy niekorzystnych zjawisk klimatycznych, nawet sama w sobie nie ma sensu (ileż to pestek ma granat?), ale przecież przekazuje corocznie sprawdzającą się informację.

Nie trzeba jednak specjalnej dociekliwości, by zauważyć, że choćby w tej samej sprawie pór roku przyjmowaliśmy przynajmniej przez kilka/kilkanaście początkowych lat naszego życia podobną perspektywę, jak ta z mitu o Persefonie – wiedzieliśmy, że są pory roku i że następują po sobie w określonej kolejności, bynajmniej nie pytając o przyczynę tego stanu rzeczy, ciesząc się podczas jesiennej pluchy perspektywą śnieżnej zimy, podczas mrozu ufnie czekając na niezawodną wiosnę i mając pewność, że po niej przyjdzie nam korzystać ze wszystkich rozkoszy lata. Tak samo nie widzieliśmy śmierci przyrody, gdy z drzew opadły liście, wiedząc, że odrodzą się, by po wydaniu owoców ponownie popaść w letarg.

W kwestii odradzania się przyrody po zimie używa się terminu *zegar biologiczny* – tak dziś nazywa się Persefona, bo termin ten stwierdza jedynie, że „przyroda wie, co robi".

W przypadku pór roku później kazano nam wierzyć w zupełnie niekojarzące się z nimi opowiadanie o krążącej wokół Słońca Ziemi, ale wystarczy sięgnąć po dowolną literaturę – zwłaszcza poezję, by zobaczyć, że w opisach przyrody nijakiego krążenia wokół czegoś tam nie ma.

Nie opowiadamy dziś o Heliosie, ale konsekwentnie mówimy o wędrówce Słońca po niebie, mimo że każą nam wierzyć, że to tylko obroty kuli ziemskiej.

Warto poświęcić chwilę refleksji, czy przypadkiem dla większości z nas teorie dostarczane przez naukę nie pełnią dokładnie tej samej roli, co dla naszych starożytnych poprzedników mity.

Przed wiekami tak korzystne, jak niekorzyste zdarzenia objaśniano fanaberiami, stworzonych właśnie w tym narracyjnym celu, bogów.

Fanaberiami, bo nie doszukiwano się ładu w biegu rzeczy – chciano tylko choć w przybliżeniu go przewidywać.

I choć może nam się zdawać, że to takie sztuczne i prymitywne, zwróćmy uwagę, jak często mówimy (i myślimy) o zrządzeniach losu, o szczęśliwym trafie czy o pechu, prosząc niebiosa o zlitowanie.

Zalecane zaś sposoby postępowania kodowano za pomocą rytuałów (żeby nie powiedzieć algorytmów), mistycyzmem zastępując uzasadnienie skuteczności.

Nie jesteśmy i dziś dalecy od tego. Wystarczy spojrzeć na istniejący do dziś podręcznik napisany konsekwentnie w metodologii empirycznej, jakim jest książka kucharska, gdzie nie możemy znaleźć żadnego dowodu, iż podane tam przepisy (algorytmy) prowadzą do zamierzonych efektów, a które to przepisy przecież stosujemy.

Oto mój ulubiony autentyczny przykład: pieczenie ciasteczek. Na marginesie umieściłem interpretacje poszczególnych części przepisu w stylu kapłanów (tak nazywano i my dziś tak nazywamy uczonych) z czasów pradawnych.

ZŁOŻENIE NIEZBĘDNYCH OFIAR

1 szklanka masła	*2 łyżeczki wanilii*
1 szklanka białego cukru	*2 rozmieszane jajka*
1 szklanka brązowego cukru	*2,5 szklanki mąki (nieprzesianej)*
2 łyżeczki sody	*2 szklanki pokruszonych płatków kukurydzianych*
1 łyżeczka soli	*1 lub 2 szklanki wiórków czekoladowych*

Stop masło, dodaj obie szklanki cukru i wymieszaj. Dodaj sodę, sól, wanilię i jajka. Dokładnie wymieszaj. Następnie dodaj mąkę, cały czas mieszając. Dodaj pokruszone płatki i wiórki czekoladowe. Całość dokładnie wymieszaj.

RYTUAŁ, KTÓRY NALEŻY PRZEPROWADZIĆ PIECZOŁOWICIE

Z ciasta palcami uformuj kulki wielkości orzechów włoskich i układaj na posmarowanej tłuszczem blasze. Każdą z kulek delikatnie przyciśnij płaską łyżką, obtoczoną w mące lub posmarowaną tłuszczem.

Piecz w temperaturze 190 °C przez 8–10 minut. Studź przez 2 minuty na blasze, a następnie wyłóż na drucianą kratkę, aby całkiem ostygły.

DAR BOGÓW

Otrzymasz czekoladowe pieguski.

Owa kwazireligijna terminologia używana przez uczonych sprzed, powiedzmy, 5 tysięcy lat jest zrozumiała dla każdego, kto np. piekł ciasta na święta – skojarzenie pieczołowitości, jaka gwarantuje niepojawienie się zakalca czy nieopadnięcie ciasta itp. z pobożnością, wydaje się naturalne.

Tym bardziej że uracjonalnienie takich przepisów raczej nie jest możliwe. W przytoczonym przepisie jest tak z owym studzeniem od pewnego momentu na drucianej siatce – wiem, że gdy się tego nie zrobi, pieguski będą zbyt twarde, ale dlaczego druciana siatka od tego chroni?

A oto przykład z agro- i zootechniki

Określenie objętości stogów w metrach sześciennych

Jeśli linkę z uwiązanym na końcu kamieniem przerzucisz przez najwyższy punkt stogu tak, by ów kamień sięgnął ziemi, to jej długość to będzie właśnie przerzut.

obwód w metrach	przerzut w metrach							
	8	9	10	11	12	13	14	15
12	24,0							
13	25,0	33,5						
14	26,5	35,5						
15	28,0	38,0	52,5					
16	29,5	40,0	55,0	68,0				
17	31,0	42,0	57,0	71,0	85,0			
18	32,0	44,0	59,0	74,0	88,5	104,0		
19	33,5	46,5	61,0	76,5	92,5	109,5	127,0	144,0
20	35,0	49,0	63,5	79,5	96,5	114,5	134,0	152,0
21	36,5	51,0	66,5	82,0	100,5	120,0	141,0	160,0
22		53,0	68,5	84,5	104,0	125,0	147,5	168,0
23		55,0	70,5	87,5	108,0	130,0	154,0	176,0
24			72,5	90,0	112,0	135,0	161,0	184,0
25			75,0	93,0	116,0	140,5	168,0	192,0

Poradnik łąkarza, PWRiL, 1961, str.245, tab.59; tego rodzaju tabel jest tam 126.

Przykład ze stogami pokazuje bardzo istotną cechę metodologii empirycznej – tu nie kaprysimy, nie odrzucamy tego, co np. matematyka musiałaby odrzucić. Ja z takimi problemami zetknąłem się, gdy przed półwiekiem pisałem podręczniki matematyki dla techników rolniczych: z „matematycznego” punktu widzenia objętości stogu nie da się obliczyć bez poznania jego dokładnego stereometrycznego kształtu (a na dodatek – przy realnej sprawności rachunkowej obliczającego – stóg ten musi się składać z poznanych w szkole brył). A przecież każdy stóg jest inny. Należy więc od ortodoksyjnej matematyki odstąpić i podać wyniki z wystarczającą dla zainteresowanych dokładnością.

Jak część czytających te słowa wie, dziś siana nie przechowujemy w stogach, ale byłoby przesadą stwierdzenie, iż dzieje się tak ze względu na trudności w precyzyjnym określaniu ich objętości.

A może takie odstępstwa są niezbędne „w każdym realu”?

Jak wiele można osiągnąć metodologią empiryczną?

Algorytmy starożytności sumeryjskiej czy egipskiej są z dzisiejszego punktu widzenia bardzo różnej jakości. Na przykład, obszar pola do obrobienia obliczano, mnożąc jego największy rozmiar liniowy przez rozmiar w prostopadłym kierunku – w ten sposób obszar prostokątnego pola był traktowany tak samo, jak jego – odcięta przekątną połowa. Z kolei objętość kosza na ziarno, mającego kształt obciętego ostrosłupa czworokątnego (oczywiście, mniejsza podstawa była na dole) obliczano „dzisiejszym” wzorem.

Mimo tak swobodnego podejścia w owych czasach umiano zrealizować tak potężne i doskonałe przedsięwzięcia jak piramidy (ale przecież plastry pszczół czy termitiery też są konstrukcyjnie doskonałe). Skutecznie przewidywano zaćmienia Słońca (w istocie tak, jak przewidujemy codzienne wschody i zachody, no, trochę bardziej skomplikowanie).

Godna podkreślenia jest ówczesna zdolność do działań wielopokoleniowych, wśród których godna podziwu jest melioracja bezśluzowa Mezopotamii (dziś jej resztki to irackie jeziora na pustyni), czy „cyklopowe” mury Teb i Myken (już za Herodota nie wierzono, by mogli to zrobić ludzie).

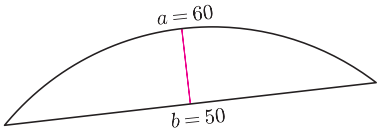
W zdecydowanie bliższych nam czasach mamy zachwycające nas katedry gotyckie, których twórcy też z tego, co dziś nazywamy matematyką, nie korzystali, opierając się na skumulowanym przez wieki doświadczeniu i godną podziwu zdolnością do tworzenia analogii.

Można też, posługując się metodologią empiryczną, zajmować się liczbami i figurami (dlaczego nie piszę, „matematyką” wyjaśni się niebawem).

Oto przykład tabliczki sumeryjskiej (*British Museum 85 194*) należącej do tzw. tabliczek dydaktycznych, czyli zawierających dialog, jak się domyślamy, nauczyciela i ucznia.

Problem: *Odcinek kołowy. Brzeg 60, cięciwa 50. Jakie pole?*

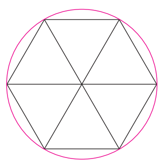
Nauczyciel: *60, brzeg, o ile wychodzi poza 50?*
Uczeń: *O 10 wychodzi.*
N: *50 pomnóż przez 10.*
U: *500, jak widzisz.*
N: *10 (linię dzielącą) podnieś do kwadratu.*
U: *100, jak widzisz.*
N: *100 od 500 jest oddalone …*
U: *450, jak widzisz, jest pole!*



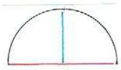
Gdy zapiszemy to „naszym” sposobem (nazywając długość łuku a i cięciwy b), otrzymamy wzór $(a-b)b - \frac{1}{2}(a-b)^2$ – w oczywisty sposób nieprawdziwy.

Czemu więc takiego postępowania uczył N?

Bo też nie należy tworzyć wzoru, tylko zauważyć,



że długość okręgu niezbyt odbiega od obwodu sześciokąta foremnego wpisanego w ten okrąg, a więc jest równa sześciu promieniom;



że koło to właściwie takie trójkąty o wysokości równej promieniowi postawione na okręgu, więc ma ono pole równe trzem kwadratom promienia (to akurat jest zgodne z dzisiejszym całkowaniem!);

że dla półkola linia dzieląca to dokładnie promień i w ogóle cały przepis tak na nią $(a - b)$, jak i na pole $((a - b)b - \frac{1}{2}(a - b)^2)$ daje porządny wynik półtora kwadratu promienia.

Więc dla każdego odcinka koła spodziewajmy się tego samego.

Wkracza Donald Knuth

Właśnie. Tu wypada przywołać profetyczny artykuł Donalda Knutha

Ancient Babylonian Algorithms (w *Communications of ACM*, 1972).

Wskazał on, że sumeryjska metodologia uprawiania nauki o liczbach i figurach jest – co do struktury – identyczna z kształtującą się wówczas (zwłaszcza za jego sprawą) metodologią informatyki.

Głosił on przecież, by zamiast męczyć się uciążliwym i często zagmatwanym (co może skutkować błędami) dowodzeniem poprawności algorytmów, należy je testować.

Sumerom, rzecz jasna, nie przychodziło nawet do głowy, by dowodzić poprawności uzyskiwanych przez nich algorytmów, a to dlatego, że czegoś takiego jak dowód nie znali, ani jego potrzeby nie odczuwali. Ale dostrzeżenie tej metodologicznej zbieżności było efektowne i stwarzało pole do rozlicznych głębokich dywagacji.

Takie dywagacje zaowocowały nawet habilitacją w Instytucie Filozofii Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Napisałem, że artykuł Knutha był proroczy, bo po blisko czterdziestu latach okazało się, że ma on kontekst nie tylko historyczno-filozoficzny, ale też bardzo konkretnie pragmatyczny, wskazując drogę, jaką powinny podążać prace nad AI, sztuczną inteligencją.

Założenie, że jedynie testowanie uprawomocnia algorytmy, to już jest o krok od podejrzenia, że skuteczne mogą się okazać algorytmy, dla których dowód poprawności może nie istnieć.

Powód nieistnienia dowodu nie musi być „gödlowski” – algorytm, choć działa skutecznie w kontekstach, do których chcemy go używać, może być formalnie niepoprawny.

A jedynie dwa kroki od stwierdzenia, że tym, jak przebiega w komputerze proces produkowania odpowiedzi na zadane pytanie, nie należy się interesować.

I faktycznie tak właśnie zdecydowano w przypadku fundamentalnego dla Sztucznej Inteligencji procesu uczenia SIĘ!! maszyn.

Gdy obserwujemy, jak wszystkie „środki masowego rażenia” od brukowców, przez dzieła socjologiczno–polityczne, po klientów listy filadelfijskiej, zalewa fala entuzjazmu dla AI, dziwić może, że praktycznie brakuje w nim refleksji nad tym, iż jest to pokorne odejście od wciąż jeszcze głoszonego szacunku dla wiedzy pewnej na obszar gloryfikowanej *de facto* wiedzy pełnej z jej metodologią empiryczną.

Porzuciliśmy (bezsensowny, jak dziś wiemy) pomysł budowania mózgów elektronowych, by zgoła ekologicznie pozwolić, aby elektronowa natura – skokami pokonując tysiąclecia ewolucji – sama stworzyła strukturę inteligentną. Ba, mało – stwierdzamy coraz pewniej, że ona to już zrobiła.

Poddajemy walkowerem dotarcie do tego, jak myślimy, stwierdzając, iż dla celów AI wystarczy, abyśmy wiedzieli, czym myślimy. Zamiast coraz wymyślniej wydawać komputerowi polecenia, co ma robić, dajemy mu coraz doskonalsze sieci neuronowe, by za ich pomocą sam o swym działaniu decydował. Zamiast dawać software, dajemy elektroniczny hardware (jakkolwiek paradoksalnie to brzmi).

A więc nie chodzi o to, co bada psychologia i psychiatria, lecz o to, co jest przedmiotem badań neurologii i anatomii.

Na koniec może porazić nas straszne przypuszczenie, że to, co nazywamy nauką, science, że wiedza pewna jest tylko jakąś chwilową błędną pętlą w rozwoju świata.

I wtedy zapytamy, skąd w ogóle wziął się pomysł na ten rodzaj wiedzy.

Dlaczego powstał pomysł wiedzy pewnej?

Powody są dwa. Jeden przyziemnie praktyczny, pragmatyczny, a drugi bezczelnie intelektualny – ot, taka fanaberia, może kaprys – ale kształtujący przez blisko trzy tysiące lat życie ludzi znacznie bardziej niż owa pragmatyka.

Powód pragmatyczny

Wiedza pełna kształtowała się w społeczeństwach rolniczych, przy czym nie o uprawę ziemi tu chodzi, a o stabilne warunki. Są one niezbędne, by mogła nastąpić kumulacja doświadczeń, by kontekstowe analogie mogły się utrwalić.

Plemiona koczownicze natomiast potrzebowały wskazań do postępowania w coraz to innych warunkach. Mogło tych wskazań być mniej, ale musiały być pewne.

Konflikt tych dwóch formacji to tak zwane Wieki Ciemne, czyli to, co się działo w naszym kręgu cywilizacyjnym od najazdu Hyksosów na Egipt do Wojny Trojańskiej, opisana *au rebours* w *Genesis* jako historia (dobrego) pasterza Abla i (złego) rolnika Kaina.

Patrz np. Ewa Wipszycka-Bravo, *Historia starożytnych Greków*

W efekcie zmagania przyniosły zwycięstwo plemionom pasterskim i ich sposobowi pojmowania świata.

Powód niepraktyczny

O wiele ciekawsza, a może i ważniejsza jest historia najbardziej chyba istotnego kaprysu intelektualnego w historii.

Otóż w −VI wieku myśliciele różnych kultur odczuli (równocześnie!) potrzebę wskazania odrębności człowieka od innych istot, bez odwoływania się do sił nieziemskich, bogów czy kosmitów.

Znalezione przez nich odpowiedzi do dziś kształtują w znaczący sposób naszą kulturę i formują dzieje.

Spójrzmy na koncepty sześciu z nich.

W Chinach mandaryn **K'ung-fu tsy** (Konfucjusz) (−551; −470) ogłosił, iż istotą człowieczeństwa jest umiejętność wytworzenia ładu społecznego i podporządkowania się mu. Stąd jako wzorzec mamy urzędnika, a jako normę prawo.

W tychże Chinach włóczęga **Lao-tsy** (Stary Mędrzec) głosił, że tylko człowiek potrafi wytknąć sobie cel i wytrwale dążyć do niego (tę doktrynę nazwano taoizmem od *tao* – droga). Wzorcem będzie hipis, a ideą wolność.

W Indiach **Wardhamana Mahavira** (Dżina, Zwycięzca) (∼ −599; −526) utożsamił człowieczeństwo z szacunkiem dla życia. Mamy więc ekologa i zalecenie pokory wobec Natury.

W Indochinach **Siddharta Gautama** (Budda, Przebudzony) (∼ −580; ∼ −480) człowieczeństwo widział w zdolności do wyrzeczeń. Człowiek powinien więc być altruistą, a cnotą ofiarność.

W Persji reformator mazdaizmu **Zaratusztra** (gr. Zoroaster) (?; −583) za najważnieszy wyróżnik uznał odróżnianie dobra od zła (walczyć w nas mają uosobiający je Ormuzd i Aryman). Człowiek więc to moralista, a kieruje nim etyka.

I na koniec, co może wielu zadziwiać,

w Grecji **Pitagoras** (−572; −497) stwierdzał, że świat ma w sobie tak wiele sprzeczności, iż istnieć może jedynie dzięki *Harmonii, którą utrzymuje się wszystko, nie wyłączając bogów.* A człowiek to ten, kto odczuwa potrzebę zrozumienia świata, odkrycia owej Harmonii. Zatem prawdziwy człowiek to uczony, a największą wartością jest nauka.

Chwaląc Eudoksosa Newton pisał: *Tylko człowiek niemądry może chcieć dzielić rozciągłość w przestrzeni przez rozciągłość w czasie. Tego zrobić się nie da, bo to zupełnie różne rzeczy. Można natomiast podzielić liczbę, wyrażającą rozciągłość w przestrzeni, przez liczbę, wyrażającą rozciągłość w czasie, bo to takie same liczby. W wyniku otrzymamy liczbę, która wyrażać będzie rozmiar prędkości.*

Owa pitagorejska Harmonia to właśnie wiedza pewna, a więc właściwie matematyka.

Eudoksos stworzył dla niej opisujące wszystko liczby rzeczywiste,

Euklides w *Elementach* pokazał system aksjomatyczny konsekwentnie realizujący dedukcję, a więc metodologię opartą o pojęcie przyczyny i skutku, czy – jak kto woli – konsekwencji,

Archimedes zademonstrował wszechmoc matematyki w rozstrzyganiu problemów natury,

Baruch Spinoza złożył jej hołd dziełem *Ethica modo geometrico exposita*,

Kartezjusz podkreślił, że *jedni tylko matematycy zdołali znaleźć jakieś racje pewne i oczywiste*.

Niewątpliwe piękno matematycznych rozumowań, rozległość matematycznego „zoologu" znacznie przewyższająca „to, co natura dała", podniecająca trudność problemów, jakie stawiała swoim wyznawcom, i nieporównywalna z niczym ekstaza, gdy się je pokonało, szacunek, jaki budziła *niepojęta skuteczność matematyki w naukach przyrodniczych* (to Eugene Wigner), obwołanie matematyki Królową Nauk – to wszystko musiało wtrącać matematyków w pychę.

I, jak to zwykle bywa, pycha głosicieli jedynej pewnej wiedzy została ukarana.

Moritz Pasch stworzył teorię formalną, a Dawid Hilbert postulował, by całą matematykę opisać za pomocą teorii, z których każda będzie niesprzeczna, zupełna, kategoryczna i rozstrzygalna.

Wytrenowani w precyzyjnym wnioskowaniu badacze w mig wykazali, iż takie marzenia to nierealne mrzonki.

Najbardziej znany z nich jest Kurt Gödel, który obnażył marność (powiedzmy: ograniczoność) matematycznego dowodu,

i Paul Cohen, który zademonstrował, że różnych matematyk można sobie wyprodukować wiele.

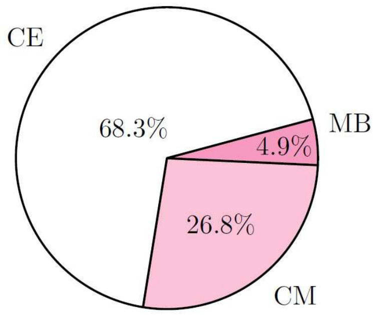
Matematyków spotkał los Szatana, który – jak wiadomo za pychę – został strącony do piekieł.

Zamiłowani w formalizmach bądź to uciekli w tzw. konstruktywizm i *wybijają pokłony na pokojach* computer science, bądź za podstawę swoich matematycznych dociekań zamiast logiki wzięli eilenbergowską teorię kategorii.

Ale większość tych spośród matematyków, którzy jakoś chcą odpowiedzieć sobie na pytanie, co właściwie badają, uprawiając matematykę, wierzy w istnienie matematycznego świata, a siebie uważa za podróżników, badaczy i eksploatorów poruszających się po jego przestrzeniach, jak ongiś Livingstone i Stanley po Afryce.

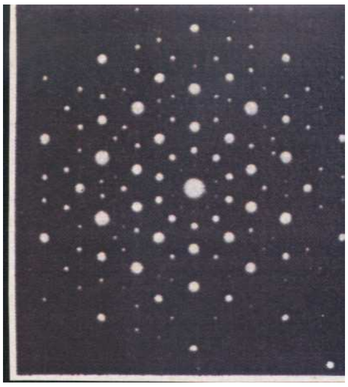
A tymczasem. . .

„W międzyczasie" uwiedziona pewnością matematyki społeczność uczonych opisała nieprzeliczalną mnogość teorii naukowych, koncepcji praktycznych, rozwiązań technicznych i procesów społecznych modelami matematycznymi. I – jak praktycznie wszyscy uwiedzeni – zachorowała na syndrom sztokholmski (a może to tylko wygodnictwo?).



Jak dalece trudno jest rozstać się z raz sformułowanymi modelami, świadczy furora, jaką ciągle robi koncepcja ciemnej materii i ciemnej energii.

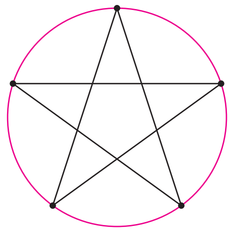
Aby uratować rzadkiej urody modele kosmologiczne, do badanej przez nas materii barionowej (MB) dołączamy 19-krotnie większą, niedostępną w żadnym bezpośrednim eksperymencie, ciemną materię (CM) i ciemną energię (CE). I teraz „wszystko się zgadza."



W pewnym momencie potrzeba wyłamania się z kanonów wiedzy pewnej stała się dostrzegalna. Można to zobaczyć nawet w bardzo prostych sytuacjach.

Matematycy udowodnili np., że symetrie kryształów są jedynie dwu-, trzy- lub sześciokrotne.

Oczywiście, przyroda i „prymitywni pitagorejczycy” preferowali symetrie pięciokrotne,



ale kryształu o dokładnie pięciu osiach symetrii być nie mogło.

Nie mogło aż do chwili, gdy David Shechtman taki kryształ uzyskał, przy okazji uzyskując Nagrodę Nobla (2011).

Ekstrapolując to spostrzeżenie, możemy spodziewać się kolejnego „Shechtmana”, który uzyska kryształ o siedmiokrotnej symetrii, gdyż wiosną w zagajnikach i lasach dość łatwo napotkać nie tylko sportretowanego wyżej zawilca, ale i siódmaczka (fachowo *Trientalis*).

Można, oczywiście, tak żartować, ale przecież nikt nie wpadnie na pomysł, by stworzyć matematyczny model, który powie nam, jak DNA wybiera dla kwiatów ilość płatków.

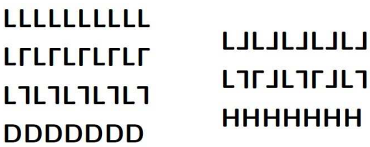
Już od dawna używamy w praktycznej kryptografii liczb „prawienapewnopierwszych”, które pomyślnie przeszły testy pierwszości, ale staramy się jakoś owo „prawie” obudować szacunkami pewności. Coraz szerzej stosujemy (dla uspokojenia matematycznego sumienia) zbiory rozmyte i związaną z nimi logikę.

Ale dopiero uświadomienie sobie, jak mamy konstruować struktury AI, pozwala na przyzwolenie, aby powróciła po latach do pełni łask wiedza pełna za swą metodologią empiryczną.

Może więc już nadszedł czas, by przyzwyczajać się do myśli, że kolejne pokolenie będzie testować swoje tezy (bo przecież nie twierdzenia), a nie dowodzić?

Koniec matematyki?

Wygląda niebezpiecznie, ale nie należy się przy tym bać końca matematyki – ona istniała znacznie wcześniej niż wszelkie pomysły na jej utworzenie.



Rytmy z lewej niosą na sobie orientację, te z prawej nie.

Oto przykład osiągnięcia neolitycznych kobiet, które – wynalazłszy ceramikę i koło garncarskie – odkryły wszystkie siedem rytmów ornamentu liniowego, czyli to, co dziś nazywamy siedmioma jednowymiarowymi grupami krystalograficznymi.

To było dawno, ale spojrzmy na bajania Cardana na temat *hiperboli intelektualnej* pozwalającej mu wypisać wzory na nieprzywiedlny przypadek równania sześciennego – czy nie zostały one wyprodukane na drodze testów?

A czy wzory Ramanujana nie powstały właśnie w ten, to znaczy wzięty z metodologii empirycznej, sposób?

Co zatem teraz będzie?

W wąskim planie

będzie to powrót do takiego rozumienia modelu, jakie proponował Ptolemeusz, a potem Kopernik:

model matematyczny nie jest fotografią zjawiska, lecz jedynie tworem abstrakcyjnym pozwalającym przewidzieć jego przebieg.

Ptolemeusz *Almagest, XIII księga*:
Oczywiście, żaden z tych okręgów – dyferentów i epicykli – nie istnieje. Pomyślałem je po prostu w tym celu, by można było za ich pomocą przewidywać ruch ciał niebieskich.

Klasyczny przykład absurdu w tej kwestii to planetarny model atomu – elektrony krążące wokół jądra. Trzeba było dopiero Nielsa Bohra, by uzmysłowić, iż jest to perpetuum mobile (ruch elektronów produkuje pole elektromagnetyczne).

A i tak dziś często tak myślimy (i uczymy!)

Patrz np. J. Chwedeńczuk, *Interpretacja teorii kwantów*, Delta 12/2018

Fizycy wreszcie zrezygnują z dociekania, czym „naprawdę" są kwanty i nie będą szukali we Wszechświecie czy w akceleratorach grup kwantowych Woronowicza.

Patrząc zaś holistycznie

i włączając w to przekonanie o panującej konwergencji (całościowo i zakładając – jak w ekologii – zgodność wszystkich elementów rzeczywistości), ujrzymy, że powrót od metodologii dedukcyjnej do empirii dowodzi bliskości naszych czasów do tych, gdy nauka oparta na metodologii empirycznej powstawała, i każe oczekiwać odwzorowania tamtych społecznych i kulturowych sytuacji.

Ujrzymy więc, iż z chwilą, gdy nasz świat stał się globalną wioską, my staliśmy się (mówiąc językiem van Vogta) jedną światową społecznością fellachów, konsekwentnie niezainteresowaną odpowiedzią *dlaczego coś się dzieje?*, a na pytanie *jak się dzieje?* odpowiadającą *jak zawsze*, gromadzącą wiedzę przez kumulację doświadczeń i kontekstowe analogie.

James George Frazer, *The Golden Bough*, 1890, 1911-15

Sięgając po wzorce takich społeczeństw do *Złotej gałęzi*, możemy nawet spodziewać się społeczności Amazonek mających pod butem tępawych Conanów.

⋆ ⋆ ⋆

Post scriptum. Być może niektórzy z czytających powyższy tekst słuchali mojego odczytu na 49. Szkole Matematyki Poglądowej *Triumf i klęska książki kucharskiej*, a może czytali mój artykuł w *Delcie* 7/2017 *Rozprawka o metodzie* – zauważyli oni zapewne istotną różnicę w poruszaniu przeze mnie tematu metodologii nauk. Ta zmiana podejścia wynika z faktu, że dopiero niedawno zrozumiałem, jak fundamentalna jest zmiana związana z nowym podejściem do AI, można by rzecz od pralki do sieci neuronowej.

M. K.