Bożena Chodźko
(Białystok)

EMIL LEON POST – ŻYCIE I DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWA. BIOGRAFIA INTELEKTUALNA

1.

Emil Leon Post urodził się w Augustowie, 11 lutego 1897 roku, w rodzinie polsko-żydowskiej. Do Stanów Zjednoczonych wyemigrował z rodzicami, kiedy był jeszcze dzieckiem[1]. Trudno przedstawić życie Posta w nowym oświetleniu czy ujęciu, ponieważ niewiele osób – oprócz Martina Davisa – napisało o pionierze XX-wiecznej logiki matematycznej, dziedziny wiedzy powstałej w Stanach Zjednoczonych, gdzie żył i tworzył. Aby więc zaprezentować pełniej postać oraz życie bohatera szkicu, rozpocznę prezentację od przywołania anegdoty ukazującej Posta od strony mniej oficjalnej, zapamiętanego w rozmowie prywatnej, jaką miał odbyć w Nowym Jorku z Alfredem Tarskim.

Wybitni naukowcy spotkali się ze sobą po raz pierwszy, a był to zapewne rok 1939 lub 1940. Tarski gratulował Emilowi Postowi tego, że jest jedynym na świecie logikiem, który uzyskał wspaniałe wyniki w dziedzinie rachunku zdań, a nie ma nic wspólnego z Polską. Na to – jak opowiadał później Alfred Tarski – Post miał odrzec: „O nie! Urodziłem się w Białymstoku, a to jest miasto we wschodniej Polsce”[2]. Wydaje się bardziej prawdopodobne, że Post powiedział Tarskiemu, zgodnie z prawdą, że urodził się w Augustowie, mieście położonym we wschodniej Polsce, a mało komu

[1] Szkic biografii intelektualnej Emila L. Posta oparty został na eseju zawartym w książce napisanej przez Martina Davisa, współczesnego amerykańskiego uczonego, matematyka i ucznia Posta, omawiającego życie i prace naukowe swego nauczyciela – pioniera XX-wiecznej logiki matematycznej oraz autora wielu odkryć z dziedziny matematyki, w pracy naukowej zatytułowanej: *Solvability, Provability, Definability: The Collected Works of Emil L. Post*, Boston 1994.

[2] Anegdotę podaje prof. Jan Woleński w monografii: *Filozoficzna szkoła lwowsko-warszawska*, gdzie opisuje życie oraz działalność wychowanków szkoły i przedstawia osiągnięcia nauczycieli i uczniów w zakresie osiągnięć polskiej logiki. Zob. J. Woleński, *Filozoficzna szkoła lwowsko-warszawska*, Warszawa 1985, s. 84.

znanym przed drugą wojną światową. Nie ścisłość odnośnie nazwy miasta jest w tej opowiedzianej historii istotna, lecz świadomość przynależności, wyrażona przez Posta, do określonej szkoły „logików polskich" oraz znajomość fenomenu rachunku zdań, nowej gałęzi wiedzy rozwiniętej w Polsce, jako faktu uznanego w szerokim świecie.

Stanowisko światopoglądowe wielu ludzi, którzy dostrzegali w działalności szkoły warszawskiej przedmiot swoistej legendy, nawet fakt jakiś z krainy cudów, potwierdzany licznymi anegdotami, jest – jak zauważa Jan Woleński – czymś dla Polaków niezwykle sympatycznym[3]. Nawet bez odwoływania się do mitów i historii anegdotycznych dostrzec należy w „polskiej specjalności", jaką był rozwój logiki, zjawisko niespotykane w zakresie osiągnięć w dziedzinie r a c h u n k u z d a ń. Osiągnięcia te uzyskane zostały przez badaczy dzięki autonomicznemu potraktowaniu logiki i rozważań logicznych.

Alfred Tarski, dzięki przyjęciu powyższego stanowiska badawczego, sformułował semantyczną teorię prawdy, która w matematyce nie dawała się stosować. Natomiast ów „wyjątkowy fenomen", jakim była „logika polska", nie tłumaczy się żadną metafizyczną tajemnicą, na jakiej miał rzekomo opierać się sukces rodzimej szkoły, lecz dobrze pomyślanym i bardzo dobrze zorganizowanym – jak twierdzi monografista szkoły – przedsięwzięciem naukowym, ponieważ był to efekt zwartej, harmonijnej pracy zespołu naukowego przebiegającej w atmosferze wzajemnego koleżeństwa i szacunku[4].

Eksplozja matematyki w Polsce, kraju, który był pod studwudziestotrzyletnią niewolą i przeżył wyniszczającą pierwszą wojnę światową, była jednak realnym faktem. Wielu uzdolnionych Polaków, absolwentów gimnazjów z obydwu zaborów, wyjeżdżało na studia za granicę do Galicji (Krakowa lub Lwowa), bądź na Zachód do Francji, Anglii, Belgii, a z zaboru rosyjskiego również do Niemiec. Studia zagraniczne zaważyły na zainteresowaniach i umysłowości przyszłych polskich naukowców, ponieważ wszyscy założyciele polskiej szkoły matematycznej, których zainteresowania koncentrowały się na teorii zbiorów i jej zastosowaniu przede wszystkim w topologii, po pierwszej wojnie studiowali za granicą: Stefan Mazurkiewicz, Hugo Steinhaus i Sierpiński – w Getyndze, Zygmunt Janiszewski w Paryżu, Kazimierz Kuratowski w Anglii. W latach powojennych można już było mówić o silnym warszawskim ośrodku naukowym, w którym zajmowano się teorią mnogości[5] i topologią[6], zaś stu-

[3] Tamże.
[4] Tamże, s. 85.
[5] Teoria mnogości jest to inaczej teoria zbiorów.
[6] Topologia to gałąź matematyki badająca, jakie własności figur nie zmieniają się różnych typach przekształceń (rozciąganie, wyginanie, ściskanie, skręcanie danej figury).

denci, a potem naukowcy (Stanisław Saks, Alfred Tarski) osiągali liczące się wyniki naukowe w świecie.

Prawdziwy rozkwit matematyki polskiej rozpoczął się w chwili, gdy w połowie lat dwudziestych we Lwowie doszło do rozwoju myśli matematycznej. Matematycy krakowscy (podobnie jak warszawscy) ograniczyli się do poszerzania analizy funkcjonalnej, gałęzi nauki matematycznej, która dzięki pracom Hugona Steinhausa, Władysława Orlicza, Stefana Banacha, Stanisława Mazura, Juliusza Schaudera i ich uczniom, połączyła problematykę analizy funkcjonalnej – stała się centralną dyscypliną nowoczesnej matematyki. Teoria, którą stworzył Banach, oparta była na metodzie połączenia metody algebraicznej z topologiczno-geometryczną.

Osobliwością krakowskiej szkoły matematycznej było życie kawiarniane, które w Galicji odgrywało inspirującą intelektualnie rolę (kabaret „Zielony Balonik"). Matematyczne spotkania odbywały się we Lwowie w kawiarni „Roma" i „Kawiarni Szkockiej", gdzie wielogodzinne dyskusje wytwarzały atmosferę wspólnoty myślowej[7]. W okresie międzywojennym Warszawa była uważana za jeden z najważniejszych ośrodków badań matematyczno-logicznych w świecie[8]. Po drugiej wojnie światowej nie przestali pracować logicy warszawscy, którzy przeżyli wojnę, zajmując się głównie teorią modeli i podstawami teorii mnogości.

W dorobku szkoły warszawskiej były uwzględnione wszystkie ważne działy logiki matematycznej poza powstałą w latach trzydziestych teorią rekursji; niewiele też prac dotyczyło rachunku kwantyfikatorów. Ale – wyjaśnia Jan Woleński – system Leśniewskiego może być traktowany jako wersja rachunku predykatów[9]. Ogólna teoria systemów dedukcyjnych Tarskiego stosuje

---

7 Rezultaty dyskusji matematycznych zapisywane były chemicznym ołówkiem na marmurowych blatach, by następnego dnia, już „na trzeźwo" odcyfrowywać „gryzmoły" i porządkować zapisy w logiczną całość. Pewnej jesieni – jak głosi wieść – dyskusja przeciągnęła się do następnego dnia, a jej rezultatem był dowód ważnego twierdzenia z teorii przestrzeni Stefana Banacha zapisany na blacie marmurowego stolika. Ale nieświadoma rangi zapisów sprzątaczka zmyła przy porannym sprzątaniu starannie blat, a uczestnikom nie udało się już odtworzyć rozumowania.
Żona S. Banacha po tej historii zakupiła gruby zeszyt w twardych okładkach i w ciągu kilku lat powstała z tego kajetu *Księga Szkocka* zawierająca zbiór problemów, jakie matematycy krakowscy stawiali sobie i światu do rozwiązania. Każdy z uczestników – który stawiał problem – fundował nagrodę dla odkrywcy rozwiązania a nagrody były różne: mała kawa, butelka wina lub żywa gęś. *Księga Szkocka* szczęśliwie przetrwała wojnę, dziś znajduje się w Instytucie Matematycznym PAN. Zob. M. Szurek, P*olska szkoła matematyczna*, „Młody Technik", nr 11, s. 27-33.

8 Zob. J. Woleński, *Filozoficzna szkoła lwowsko-warszawska*, dz. cyt., s. 85-86.

9 Tamże.

się także do rachunku kwantyfikatorów, a jego teoria prawdy jest skonstruowana dla teorii sformalizowanych opartych o rachunek predykatów, niekoniecznie pierwszego rzędu. Nie budowano w szkole warszawskiej systemów tego rachunku, ponieważ specjalnością logiczną znad Wisły był wspomniany wcześniej rachunek zdań, który znał dobrze również Emil Post mieszkający w Nowym Yorku. Systematyzacji wyników badawczych, sprecyzowania używanych pojęć dokonał jednak w 1930 roku Alfred Tarski.

Emil Post w roku 1921 podał – jako pierwszy z badaczy – dowód niesprzeczności rachunku zdań[10]. W pracy doktorskiej pisanej na Columbia University udowodnił Post, że rachunek zdań z *Principia Mathematica* jest zupełny, to znaczy, że w systemie złożonych aksjomatów podanych w *Principiach…* oraz reguł podstawiania i *modus ponens* wszystkie tautologie są twierdzeniami. Na studiach podoktoranckich, podczas pobytu w Princeton University, Emil Post był bardzo bliski odkrycia, że system przedstawiony przez Russela i Whiteheada w *Principia Mathematica* jest niezupełny, co zostało udowodnione przez Kurta Gödla w 1931 roku.

Post – niezależnie jednak od L. Wittgensteina i Ch. Peirce'a – wymyślił i wykorzystywał tabele prawdziwościowe. Ale najbardziej znany jest w świecie ze swoich osiągnięć w teorii rekursji[11]. Emil Post wprowadził do badań wyniki swoich prac, gdzie mamy logiki inne niż dwuwartościowe, o jakich pisał Łukaszewicz[12]. Wyniki badań Posta w zakresie logik wielowartościowych zostały opublikowane w 1921 roku, a więc rok później niż prace Łukaszewicza. Ale Post jest pionierem logik wielowartościowych, a wielowartościowymi systemami rachunku zdań zajął się w latach trzydziestych[13].

[10] Jan Woleński pisze, że J. Łukaszewicz opracował metodę niezależnie od E. Posta, Zob. J. Woleński, dz. cyt., s. 110.

[11] Otóż w przypadku dowodu niesprzeczności wystarczyło stosować matryce dwuwartościowe, a dowód polegał na tym , że aksjomaty rachunku zdań mają zawsze wartość 1 ; własność ta jest dziedziczna ze względu na reguły, czyli posiadają ją wszystkie twierdzenia ,a w związku z tym wśród twierdzeń nie może się znaleźć żadne wyrażenie przybierające wartość 0; w szczególności nie istnieją dwa wyrażenia x i Nx, które zarazem są twierdzeniami rachunku zdań. Oryginalne metody dowodu twierdzenia Posta o pełności – wówczas mówiono o zupełności rachunku zdań, obecnie używa się nazw „pełność" lub „Post – zupełność". Twierdzenie to głosi, że każde wyrażenie sensowne rachunku zdań jest bądź tezą, bądź też dołączone do zbioru tez powoduje sprzeczność systemu a sprzeczność ta kończy dowód twierdzenia Posta. Dla dowodu twierdzeń Posta wystarczy wykazać – pisze Jan Woleński – że nie istnieją wyrażenia niezależne. J. Woleński, dz. cyt., s.114.

[12] Łukaszewicz proponował, aby wielowartościowe systemy rachunku zdań stały się podstawą badań w arytmetyce i teorii mnogości. Prekursorów Posta i Łukaszewicza widzi Woleński w badaczach takich jak: Ch. Perce, H. Mc Coll, M. Wasilew, T. Kotarbiński, tamże, s. 122.

[13] K. Gödel w roku 1932 podał topologiczną interpretację logiki intuicjonistycznej oraz twierdzenie, że klasyczny rachunek zdań jest jedynym niesprzecznym i zupełnym rozszerzeniem

2.

Rodzice Emila Leona Posta – Arnold i Pearl – w maju 1904 roku opuszczając Augustów pragnęli zapewnić dzieciom lepszy los w Ameryce, życie lepsze niż mieć mogli w Polsce. Emil Leon miał siedem lat, kiedy opuszczał Polskę i nikt nie mógł wiedzieć, że kraj nasz opuszcza geniusz naukowy, który będzie później, po latach z sentymentem przyznawał się do duchowego rodowodu z matematyczną szkołą polską. Dzięki pracom naukowym i zainteresowaniom badawczym profesora Martina Davisa z Columbia University w Nowym Jorku, mamy jeden – jak dotąd – pełny esej biograficzno-intelektualny przedstawiający życie i twórczość naukową Emila L. Posta[14] oraz kilka drobniejszych przyczynkarskich odwołań odnoszących się do ustaleń przedstawionych przez Davisa w książce *Solvability, Provability, Definability*, które rysują portret uczonego.

Post ukończył w 1917 roku szkołę średnią, bezpłatną Townsend Harris High School, przeznaczoną dla najzdolniejszych uczniów, której siedziba znajdowała się przy tym samym kampusie City College, przy którym uczony miał spędzić większość swego życia. Tam uzyskał licencjat w dziedzinie nauk ścisłych i tytuł „Bachelor of Science". W roku 1920 obronił doktorat na Uniwersytecie Columbia w Nowym Jorku. Post nie był ortodoksyjnym Żydem i pomimo że regularnie uczęszczał do synagogi, podobnie jak wielu innych Żydów, sam definiował wyznawany judaizm i nie przestrzegał szczegółowych, rygorystycznych zasad przewidzianych przez religię. W 1929 roku ożenił się z Gertrudą Singer, a kilka lat później urodziła się im się córka – Fhyllis Post Goldman.

Życie Posta było nieustanną walką z przeciwnościami losu. Jako mały chłopiec w wypadku stracił jedną rękę. Choć w życiu dobrze radził sobie bez ręki, to w swoich pracach naukowych czy naukowej drodze pokonywać musiał o wiele poważniejsze przeszkody. Przez całe życie zmagał się z wyniszczającą jego umysł psychozą maniakalno-depresyjną, w czasach kiedy nie było na tę chorobę żadnego leku. Na życie zarabiał głównie jako nauczyciel w szkołach średnich, ponieważ po doktoracie do 1935 roku nie udało mu się znaleźć posady wykładowcy akademickiego. W City College pracował w warunkach, które dziś większość z nas uznawałaby za niedopuszczalne. Standardowa, wymagana liczba zajęć lekcyjnych wynosiła wówczas osiemnaście godzin tygodniowo. Nie istniały oddzielne pokoje dla wykładowców; jedno duże pomieszczenie z ogromnym stołem stojącym pośrodku wystarczało wszystkim pracującym. Emil Post badania naukowe prowadził we własnym maleńkim mieszkaniu, siedząc przy biurku w salonie, podczas gdy jego mała córka musiała zacho-

rachunku zdań. Tamże.

[14] M. Davis, *Emil L. Post. His Life and Work*, w: M. Davis, *Solvability, Provability, Definability: De Collected Works of Emil L. Post*, dz. cyt.

wywać się cicho. Nie korzystał z pomocy asystentów, a na uczelni sam pisał na maszynie listy polecające dla studentów czy do kolegów.

Córka Posta, Fhyllis Goldman, wielokrotnie podkreślała rolę, jaką odegrała jej matka w osiągnięciach naukowych ojca. Wspominała między innymi:

> Mój ojciec był geniuszem; moja matka była świętą /…/.Oprócz listów polecających przepisywała na maszynie także jego rękopisy i korespondencję./…/To ona zajmowała się sprawami finansowymi. /…/ W życiu codziennym była buforem, co pozwalało ojcu na poświęcenie uwagi matematyce i różnorodnym zainteresowaniom związanym z aktualnymi wydarzeniami na świecie. Czy bez niej udałoby mu się osiągnąć tak wiele? Według mnie, w każdym razie byłoby to niemożliwe[15].

Badania Posta, jak zaznaczyliśmy, zarówno w zakresie logiki, jak i matematyki wyprzedzały epokę, wyłamując się z głównego nurtu, którym podążała nauka w Stanach Zjednoczonych. Nawracające ataki manii często powodowały konieczność hospitalizacji. Zarówno rodzina, jak i lekarze Posta uznali terapię elektrowstrząsami za najskuteczniejszą metodę leczenia. Emil Post zmarł nagle na atak serca w szpitalu psychiatrycznym 21 kwietnia 1954 roku.

3.

Mimo że Posta pamięta się w historii nauki głównie dzięki jego osiągnięciom w dziedzinie logiki, pierwsze kroki jako naukowiec stawiał on w analizie matematycznej. Przypomnijmy, że na studiach pierwszego stopnia Post zajmował się problemem, jak powinniśmy rozumieć operator różniczkowy D *n*, gdy *n* nie jest liczbą całkowitą[16]. Praca naukowa powstała w wyniku tych badań przedstawiona została Amerykańskiemu Towarzystwu Matematycznemu w 1923 roku, ale opublikowano ją dopiero w 1930 roku. W dysertacji tej Post zawarł istotne spostrzeżenia odnośnie odwrócenia transformaty Laplace'a, które stały się znane jako „Post-Widder inversion formula" (formuła inwersji Posta i Widdera). Na studiach magisterskich Post opublikował również krótką pracę na temat równania funkcyjnego funkcji *gamma*. Należy zauważyć, że w latach 1917 – 1920, gdy Post odbywał studia magisterskie na Uniwersytecie Columbia, trzytomowe dzieło Alfreda N. Whiteheada i Bertranda Russela *Principia Mathematica*, które zdawało się dowodzić, że matematykę można rozpatrywać w świetle różnych dziedzin logiki, ciągle stanowiło fascynującą w nauce nowość. Post miał okazję uczestniczyć w prowadzonym przez Cassiusa Kaysera seminarium poświęconym tej publikacji. I kolejną pozycją, która

[15] M. Davis, dz. cyt., s. XII.

[16] Informacje, jak podaje M. Davis, o tym, że większość obserwacji na temat operatora różniczkowego poczynił Post na początku nauki pochodzą od kolegi Posta ze studiów, późniejszego współpracownika – B. P. Gilla.

wpłynęła na naukową pracę Posta, było wydanie książki Clarensa I. Lewisa *A Survey of Symbolic Logic*[17], gdzie autor zauważał, że systemy logiczne zajmują się wyłącznie skończonymi ciągami symboli, niezależnie od tego, jak wiele rzeczy można wyrazić za ich pomocą.

Praca doktorska: *Introduction to a General Theory of Propositional Functions* wyraźnie zasadza się na tych dwóch publikacjach. Post stawia problem następująco: jeżeli *Principia…* możemy uznać za system skończonej manipulacji symbolami („finitary manipulation of symbols"), to dlaczego nie mielibyśmy ich badać zwykłymi metodami matematycznymi? W doktoracie Posta wyróżnia Davis trzy nowe koncepcje dotyczące tych rozważań. Post wyodrębnił tę część dzieła Whiteheada i Russela, którą dziś nazywamy rachunkiem zdań, wprowadził metodę tabel prawdziwościowych oraz wykazał, że w odniesieniu do niej aksjomaty podawane przez dwóch wybitnych naukowców można uznać za skończone („complete") i stałe („consistent").

Post w swoich badaniach podkreślał, że metoda tabel prawdziwościowych dostarcza rozwiązania problemu decyzyjnego w rachunku zdań. Post nazwał go „problemem skończoności". Metoda tabel prawdziwościowych powstała z uogólnienia dwóch wartości logicznych do dowolnej skończonej liczby wartości logicznych[18]. Kolejną, bardziej niezwykłą obserwacją zawartą w doktoracie Posta było odkrycie i opracowanie ogólnych podstaw dla systemów logicznych postrzeganych jako system wnioskowania przez skończone manipulacje symbolami[19]. Praca doktorska Posta zawiera również wyniki jego badań nad zbiorami dwuwartościowych funkcji prawdy („two-valued truth functions").

Dokonując tu w wielkim skrócie prezentacji oryginalnej twórczości naukowej Emila L. Posta, należy zwrócić uwagę na to, jak Post przewidział odkrycia Churcha i Gödla. Za osiągnięcia przedstawione w doktoracie na Uniwersytecie w Princeton przyznano Postowi prestiżowe podoktoranckie stypendium naukowo-badawcze, które pozwoliło mu na dalszą pracę. Post udowodnił ekwiwalencję formy kanonicznej A z pozornie słabszą formą B oraz z bardzo ogólną formą C. To właśnie ta ostatnia weszła do historii badań jako „Post production systems" – systemy produkcyjne Posta[20]. W Princeton

[17] University of Kalifornia, Berkeley 1918.

[18] Problem logiki wielowartościowej został szeroko opisany w literaturze przedmiotu, podobnie jak „algebra Posta", której założenia przewijają się ciągle na kartach jego pracy doktorskiej.

[19] Według Posta, tego typu systemy otrzymuje się dzięki „uogólnieniu przez postulowanie". Później Post twierdził, że przynależą one do „formy kanonicznej A". Dziś przyjmujemy, że ciągi powstałe w takim systemie są po prostu dowolnymi rekurencyjnie przeliczalnymi zbiorami („ recursively enumerable sets") ciągów opartych na skończonym alfabecie. Zob. M. Davis, dz. cyt., s. XIII.

[20] Martin Davis przywołuje dowód matematyczny „A cannonical production…" i historię

Post dowiódł, że *Principia…* można sprowadzić do jednej z jego form kanonicznych i stwierdził, że każdy zbiór w ten sposób wygenerowany musi być normalny[21]. Udało mu się przewidzieć to, co w dziesięć lat później zaproponowali w nauce Gödel, Church i Turing. Post zdawał sobie sprawę, jak zaznacza Davis, że jego opracowania są fragmentaryczne. Wiedział, że bez kompletnej analizy zrozumienie wyników, które uzyskał, będzie niemożliwe, dlatego ze zrozumiałym żalem powitał odkrycia Gödla i jego prace zawierające wyniki, które sam dawno temu przewidział.

Ale nie ulega wątpliwości – jak zaznacza Davis – że Post żywił niekłamany podziw dla sposobu, w jaki Gödel „przekopał się" przez gąszcz matematycznych trudności, aby stworzyć czysty i całkowicie spójny dowód twierdzenia o niezupełności („incompleteness thorem"). Na pocztówce z 1938 roku adresowanej do Gödla możemy przeczytać:

> Obawiam się, że potraktowałem pana niesprawiedliwie podczas naszego pierwszego, mam nadzieję nieostatniego, spotkania, ale przez piętnaście lat towarzyszyła mi myśl o tym, że kiedyś zadziwię cały matematyczny świat moim niekonwencjonalnym myśleniem, a zobaczywszy człowieka, który pozbawił mnie tych marzeń, niestety, dałem się ponieść emocjom. Skoro wydawał się Pan zainteresowany, w jaki sposób doszedłem do moich wniosków, proszę poprosić Churcha o pokazanie Panu długiego listu, który do niego napisałem na ten temat. A jeśli chodzi o jakiekolwiek roszczenia, które mógłbym zgłaszać, najlepiej będzie, jeśli powiem, że udowodniłbym twierdzenie Gödla w 1921 roku, gdybym oczywiście był Gödlem[22].

W liście do Gödla, datowanym na 30 października 1938 roku, Post porównuje własne antycypacje z dokonaniami kolegi, mówiąc: „wszakże to nie przewidywanie, ale dowody na prawdziwość danego twierdzenia czynią człowieka wielkim"[23].

Po tym, jak w 1935 roku Church ogłosił problem nierozstrzygalności w elementarnej teorii liczb, Post nie mógł również rościć sobie pretensji do twierdzenia, że nie istnieje skończona metoda. Czekał zbyt długo z wynikami: sukces naukowy zdołał go dogonić i prześcignąć. Jednakże Post wcale nie zamierzał z boku przypatrywać się nowym rozwiązaniom, którym początek dać musiały osiągnięcia Gödla i Churcha. Post zaproponował w nowopowstałym pierwszym wydaniu „Jurnal of Scietific Logic" w roku 1936 takie sformułowa-

wdrażania opracowanych technik postępowania z systemami produkcyjnymi Posta. Zob. M. Davis, dz. cyt., s. XV-XVI.

[21] Dziś przyjmuje się w badaniach, że wniosek ten pokrywa się z tezą Churcha, czasami nazywany jet tezą Posta.

[22] M. Davis, dz. cyt., s. XVII.

[23] Tamże.

nie zagadnienia obliczalności („computability”), które w zasadzie nie różniło się od tego, opracowanego mniej więcej w tym samym czasie w Anglii przez Alana Turinga[24]. Jednak – jak zauważa Davis – istnieje między naukowcami interesująca różnica: Turing sformułował swoją teorię w odniesieniu do idealnej maszyny liczącej, natomiast Post zdołał wyobrazić sobie coś, co dziś nazwalibyśmy programem komputerowym, to jest listę instrukcji napisanych w sztywno zdefiniowanym języku formalnym.

4.

W artykule naukowym *Absolutely Unsolvable Problems and Relatively Undecidable Propositions: Account of an Anticipation* Emil Post starał się wyjaśnić, jak naprawdę było z jego „antycypacją” twierdzeń Gödla, Churcha i Turinga. Ale jego artykuł ukazał się trzydzieści lat później, został opublikowany dopiero w 1965 roku w antologii *The Undecidable*[25], choć już w 1941 roku Post zaproponował jego wydanie. Pisał do redaktora „American Journal of Mathematics” Hermana Weyla:

> Drogi Profesorze Weil!
>
> Nie ukrywam, że decyzja o przedłożeniu do publikacji załączonego artykułu *Absolutely Unsolvable Problems and Relatively Undecidable Propositions, Account o fan Anticipation (Absolutnie nierozstrzygalne problemy i względnie niezdecydowane twierdzenia, relacja z antycypacji)* do publikacji a A/M przepełnia mnie pewnym niepokojem, a jego źródło powinno być po części widoczne już w samym tytule. Natomiast już we wstępie do artykułu tłumaczę, dlaczego staram się o publikację tak późno. Jeśli chodzi o powody, które przez dwadzieścia lat powstrzymywały mnie od ogłoszenia badań, jakie wtedy prowadziłem, pragnę wyjaśnić, że *Introduction to a General Theory of Propositional Functions* przyjęto by do druku jedynie pod warunkiem, że skróciłbym mój wywód o jedną trzecią, a „Annals of Mathematics” zwrócił mi *The Two-Valued Iterative System of Mathematical Logic*, gdy moja praca nad tymi zagadnieniami zbliżała się do punktu kulminacyjnego, wraz z mało konkretnymi uwagami recenzenta oraz bez jakiejkolwiek decyzji ze strony redaktora. Tak więc uznałem starania o publikację Części I niniejszego artykułu za skazane na niepowodzenie, a bez tej części ogłoszenia wtedy rewolucyjnej Części II byłoby niczym, tylko czczą paplaniną. Niestety, zdrowie nie pozwoliło mi na przeprowadzenie pełnego dowodu, co z kolei ciągle przesuwało na później datę ewentualnej publikacji. Zdaję sobie sprawę, że dzisiaj niniejsza praca nie może już mieć tak doniosłego znaczenia, jakie przypadłoby jej w udziale dwadzieścia lat temu, jednak, jak nadmieniam we wstępie, mogłaby jeszcze wywrzeć wtórny wpływ, co usprawiedliwiałoby jej wydanie. Tak czy inaczej, mam nadzieję, że poświęci Pan jej swoją uwagę.[26]

[24] Turing pracował, nie wiedząc o badaniach Churcha; Post znajdował się w odwrotnej sytuacji.
[25] M. Davis, *The Undecidable*, New York 1965.
[26] M. Davis, dz. cyt., s. XVIII-XIX.

W liście z 2 marca 1942 roku Weil odmawia publikacji artykułu w niezmienionym kształcie. Czytamy:

> Nie wątpię, że dwadzieścia lat temu Pana praca nie została doceniona. Z pewnością stało się tak po części ze względu na jej rewolucyjny charakter. Jednak nie da się cofnąć czasu, a Gödel, Church i inni zdążyli już zaprezentować swoje osiągnięcia. „American Journal" to nie miejsce dla historycznych rozważań; /…/ (Być może pocieszy Pana fakt, że większość czołowych logików, przynajmniej w tym kraju, zdaje sobie sprawę, jakkolwiek ogólnie, z Pana wkładu w tę dziedzinę).[27]

Emil Post w końcu zdecydował się na publikację tego artykułu w znacznie okrojonej wersji, ale wydaniu towarzyszył długi przypis mówiący o historii jego badań. Martin Davis w swym eseju przywołuje niemal w całości dowód Posta na „Polyadic groups" (grupy poliadyczne)[28].

5.

W 1943 roku Amerykańskie Towarzystwo Matematyczne poprosiło Posta o wystąpienie, które później opublikowano jako *Recursively Unsolvable Sets of Positive Integers and Their Decision Problems* i które stało się najprawdopodobniej najbardziej wpływowym dziełem naukowym badacza. W tej publikacji po raz pierwszy teoria rekurencyjnej nierozstrzygalności pojawia się w nauce jako autonomiczna dziedzina matematyki, która „odarta z formalizacji" docenia działania intuicyjne – łatwe do przeprowadzenia dla matematyków – choć mogą oni być laikami w kwestii logiki matematycznej. Dowody przedstawione przez Posta odznaczały się intuicyjną formą, chociaż badacz nie omieszkał nadmienić, że bez „nieprzystępnych, różnorodnych i obcych formalizacji" cały wywód straciłby moc przekonywania.

Post podkreślał również, że w swojej pracy niezmiennie nalega na przedstawianie „formalnych dowodów" większości twierdzeń przedstawianych na papierze. Z drugiej jednak strony Post utrzymywał ,że „/…/ jeśli chodzi o prawdziwą matematykę, to musi ona kłamać w kwestii własnego nieformalnego rozwoju, bowiem zawsze *dowód* nieformalny poprzedza formalny, którego opracowanie po otrzymaniu tego pierwszego staje się tylko rutynowym obowiązkiem"[29]. Jasno widać, że w tym przypadku Post bez wątpienia zamierzał przedstawić formalne dowody, ale dostrzegał, że choć są one kompletne, to wymagają jeszcze usystematyzowania i skrócenia przed drukiem.

Nieformalny model wywodu Posta przedstawiony w omawianym artykule stał się praktycznie normą w teorii rekurencyjności, chociaż trudno powie-

[27] Tamże, s. XIX.
[28] Tamże, s. XX.
[29] Tamże.

dzieć, czy sam autor cieszyłby się z takiego obrotu sprawy. Davis przywołuje ów dowód matematyczny, zauważając między innym, że w artykule tym Post twierdzi na przykład, że dziesiąty problem Gilberta aż sam się prosi o nierozstrzygalny dowód[30]. Problem odpowiedniości Posta („Post correspondence problem") został ogłoszony w artykule *A Variant of a Recursively Unsolvable Problem*, gdzie Post zdefiniował go jako nierozstrzygalny i przedstawił odpowiedni dowód rozpoczynający się od nierozstrzygalności problemu decyzyjnego dla normalnych systemów. Problem odpowiedniości Posta miał za zadanie dostarczenie algorytmu, który umożliwiłby rozstrzygnięcie, czy dany „correspondence system" posiada rozwiązanie. Badacz wykazał, że taki algorytm nie istnieje. Nierozstrzygalność problemu odpowiedniości Posta okazała się brakującym ogniwem pozwalającym na uzyskanie wyników nierozstrzygalności w teorii języków formalnych – stąd też późniejsi badacze często się do niego odwołują[31].

6.

Martin Davis przypomina rok 1947, kiedy odbywał razem z kolegą Johnem Stachelem kurs logiki matematycznej pod kierunkiem Posta w City College i przywołuje w pamięci seminarium, na którym mieli wraz z wykładowcą omawiać twierdzenie o dedukcji w rachunku zdań. Post był pełen entuzjazmu z powodu swoich nowych badań nad stopniami nierozstrzygalności. Ale okazało się, że nadmierne podekscytowanie to powracająca choroba i Post ciągle nie mógł przeprowadzić konkretnych dowodów formalnych. Zdecydował się wysłać swoje opracowanie Kleene'owi, sugerując jednocześnie, że student ten mógłby pomóc doprowadzić pracę tę do końca, używając środków formalnych opracowanych przez samego Kleene'a i stać się dzięki temu współautorem. Kleene zdecydował się sam zająć tym zagadnieniem, dzięki czemu rozważania Posta zyskały na znaczeniu w świecie matematycznym. Tak więc dorobek naukowy Emila Posta znacząco przyczynił się do rozwoju teorii rekurencyjności, ale on sam zawsze podkreślał[32] znaczenie „absolutnego i fundamentalnego" charakteru zagadnienia rozstrzygalności rekurencyjnej i – jak i inni matematycy – żywił nadzieję, że uda im się znaleźć kolejne, fundamentalne i absolutne zagadnienia leżące u podstaw matematyki.

Post uważał, że – oprócz „rozwiązywalności" i „rozstrzygalności" – trzecim zagadnieniem wymagającym „absolutnego" objaśnienia w matematyce jest ogólnie pojęta „d e f i n i o w a l n o ś ć". Ale na rok przed śmiercią myślenie

[30] A stwierdzenie to – jak czytamy – wywarło ogromny wpływ na pracę naukową Martina Davisa.
[31] Por. tamże, s. XXII-XXIII.
[32] Dowód Kleene'a w: M. Davis, dz. cyt., s. XXIII-XXIV.

jego zaczęło biec innym torem. Post zajął się warunkiem niezbędnym („necessary condition”) d e f i n i o w a l n o ś c i , co pozwoliło mu stwierdzić, że próby wyjaśnienia „provability” przed wyjaśnieniem „definiowalności” były błędem. Okazało się bowiem, że warunek niezbędny Posta nie był nowością, bo w 1946 roku w podobnej formie przedstawił go Gödel na konferencji w Princeton. Obecnie zagadnienie to jest znane pod nazwą „hereditary ordinal definability” i na nowo odkryli je w latach sześćdziesiątych: John Myhill i Dana Scott.

Post zaprezentował swoje pomysły badawcze Amerykańskiemu Towarzystwu Matematycznemu w dwóch krótkich streszczeniach. Ale żadna z prac naukowych Posta na temat „provability” i „definiowalności” nie została opublikowana, więc do dyspozycji potomnych zostały jego robocze notatki zebrane w zeszytach, które dziś znajdują się w bibliotece Amerykańskiego Towarzystwa Filozoficznego w Filadelfii.

7.

W latach trzydziestych i czterdziestych, kiedy Post był wykładowcą w City College w Nowym Yorku, studiował tam też Martin Davis z całkiem pokaźną – jak przypomina – grupą młodych i utalentowanych matematyków, z których większość pozostała do dziś w tym zawodzie, pracując na przeróżnych uczelniach. Obecnie, kiedy dawni koledzy spotykają się ze sobą, najczęściej wspominają niezapomniane zajęcia Emila Posta i wpływ, który na uczniów wywierał ów niesamowity nauczyciel matematyki. Seminariom Posta nieodmiennie towarzyszyło intelektualne napięcie. Rozpoczynały się one od zgłaszania i referowania przez studentów różnych problemów i dowodów matematycznych twierdzeń, jakie były wyznaczone tego dnia do omawiania. Kolejność poszczególnych zagadnień wydawała się przypadkowa. Dowody studenci zapisywali na tablicy bez pomocy podręcznika i bez korzystania z notatek. Biada temu, kto się nie przygotował, ponieważ taki delikwent (rzadziej delikwentka) musiał stanąć twarzą w twarz z Postem, który wyglądał raczej na smutnego niż rozgniewanego i za karę kazał referować własną pracę badawczą. Potem Post wyjmował fiszki i wyjaśniał – jak mówią dawni uczniowie, a teraz profesorowie – przeróżne wspaniałe problemy matematyczne.

Zajęcia można było uznać za zwieńczone sukcesem, jeśli wykładowcy udało się dobrnąć do końca ostatniej fiszki, zanim rozległ się dźwięk dzwonka. Post nie zachęcał do zadawania pytań, nie było na to czasu. Ale co okazało się zaskakująco inspirujące młodzież: mało elastyczne metody nauczania niejednokrotnie okazywały się bardziej skuteczne w przekazywaniu wiedzy, przez co Post jako wykładowca cieszył się powodzeniem i uznaniem wśród studentów. Trzeba powiedzieć, że w City College było wielu innych, znanych profesorów matematyki, którzy potrafili inspirować, ale żaden z nich nie zdołał osiągnąć tak wspaniałych rezultatów, zarówno wśród słabych, jak i utalentowanych młodych ludzi. I chociaż nie zachęcał otwarcie do stawiania pytań – takie odnosili wrażenie słuchacze – to odpowiedź na pytania, które chcieliby zadać, znajdowały się w fiszkach Posta.

Nauczyciel matematyki był przewrażliwiony (można by rzec, że „miał bzika") na punkcie staranności i precyzji w dyskursie matematycznym. Ważną rzeczą, jaką dodatkowo wynosiło się z zajęć, było zwracanie uwagi na odstępstwa od tego matematycznego rygoru obecne w podręcznikach, których używano w szkole. W książce E. J. Townsenda na temat „real varible theory" błędy były na tyle wszechobecne, że Post przygotował i rozdał studentom własną wyczerpującą listę poprawek. Nauczyło to studentów skromności, a w przyszłości żaden uczeń Posta – jak pisał Davis[33] – nie ośmielił się nigdy zakładać, że jakieś twierdzenie czy dowód jest prawdziwy tylko dlatego, że wydrukowano go w książce.

Pochylając się nad naukowym dziedzictwem i badaniami Emila L. Posta, należy stwierdzić, że stworzył on podwaliny całkiem nowych zagadnień matematycznych. Badania Posta (i innych XX-wiecznych matematyków) wpłynęły na to, że przestano postrzegać logikę matematyczną jako dziedzinę zajmującą się tworzeniem systemów formalnych, wewnątrz których argumenty matematyczne można było przedstawiać w czysto symbolicznej formie, a przyjęto w badaniach, że logika matematyczna bada systemy formalne i ich możliwości przy użyciu zwykłych metod matematycznych.

Nowe zagadnienia matematyczne, jakie zainteresowały Posta to:

– logika wielowartościowa i „algebra Posta" („Post algebra");

– teoria o stopniach nierozstrzygalności, a w szczególności o stopniach rekurencyjnie przeliczalnych;

– badania nad różnymi rodzajami redukcji rekurencyjnej („recursive reducibilty");

– wpływ nierozstrzygalności na algebrę kombinatoryczną („combinatorial algebra").

*

Na temat oddziaływania Posta na rozwój informatyki niewiele napisano prac, a jest to dziedzina zainteresowań tym bardziej niezwykła, jeśli weźmiemy pod uwagę brak zainteresowań Posta maszynami liczącymi[34].

---

[33] Tamże, s. XXVI.

[34] Zob. M. Davis, *Emil Post s Contributions to Komputer Science*, Washington 1989.

Dziedzictwo uczonego znacznie wykracza poza jego prace naukowe, ponieważ stał się Emil Leon Post wzorem do naśladowania zarówno ze względu na sposób, w jaki pokonywał wyniszczającą go chorobę umysłową, jak też dzięki wyróżniającej go postawie badawczej oraz poświęceniu się nauce i swoim studentom.

Emil Leon Post