

Pewna wizja badań naukowych Pierre Joliot

Wspomnę Państwu koncepcję badań, która została mi zaszczepiona poprzez moją edukację w rodzinie, w której badania były prowadzone przez dwa kolejne pokolenia: Pierre'a i Marie Curie oraz Frédérica i Irène Joliot-Curie. Zostałem wychowany w poszanowaniu pewnych wartości, które dziś często uważa się za przestarzałe, a nawet sprzeczne z rozwojem nowoczesnych, konkurencyjnych badań.

Po ponad 65 latach poświęconych praktyce badawczej, działalności, którą mam szczęście prowadzić dziś nadal z tą samą pasją, odczuwam obawę, a nawet bunt w obliczu pogorszenia warunków pracy badaczy, zwłaszcza tych najmłodszych. Wyścig w kierunku coraz większej konkurencyjności i rentowności w perspektywie krótkoterminowej, który jest podstawą naszych obecnych społeczeństw, prowadzi do zahamowania kreatywności badaczy i ich zdolności innowacyjnych. Polityka ta, która opowiada się za nadmierną rentownością, paradoksalnie jest sprzeczna z realizowanym celem.

Doskonale zdaję sobie sprawę, że w obliczu postępu wiedzy i technologii warunki wykonywania zawodu naukowca uległy i będą nadal ulegać radykalnym zmianom. Okres po drugiej wojnie światowej charakteryzował się niemal wykładniczym wzrostem liczby badaczy. Uciążliwości związane z wykorzystywanymi zasobami materialnymi i ludzkimi ograniczają swobodę inicjatywy badaczy, którzy muszą poświęcać coraz więcej czasu na poszukiwanie funduszy, co wymaga również ustanawiania coraz bardziej restrykcyjnej administracji. Chociaż konieczne jest dostosowanie sposobu organizacji badań do ciągłych zmian, jesteśmy obecnie świadkami pośpiechu, który prowadzi do poświęcenia niektórych podstawowych wartości badawczych. Właśnie tych wartości zawsze bronili Pierre i Marie Curie, Frédéric i Irène Joliot-Curie oraz wielu innych wielkich badaczy tamtych czasów, a to na podstawie analizy, która nadal wydaje mi się aktualna. Uderzające jest to, że w laudacjach wygłaszanych na cześć Marii Skłodowskiej Curie, w których uczestniczyłam, rzadko słyszałem o koncepcjach badawczych, których była ona orędowniczką i, których broniła z wigorem i pasją.

Cała moja myśl opiera się na przekonaniu, że badania są formą działalności artystycznej, która opiera się na kreatywności połączonej z wysokim stopniem kompetencji technicznych. Przede wszystkim należy postarać się zdefiniować pojęcie kreatywności, które w dziedzinie badań naukowych jest na ogół odkryciem. W umysłach społeczeństwa i wielu badaczy odkrycie jest wyjątkowym aktem, który może wywołać to, co filozofowie nazywają pęknięciem epistemologicznym. Takie odkrycia zawsze stanowiły wyjątkowe wydarzenia nawet w życiu największych twórców. Obecnie, ze względu na postęp wiedzy i liczbę aktywnych badaczy, prawdopodobieństwo, że jeden z nich stanie się autorem takiego odkrycia jest niezwykle niskie. Czy to oznacza, że nie ma już nic do odkrycia? Historia nauki pokazuje nam wszakże, że interpretacje i teorie, które wydają się być najbardziej solidnie oparte, są ponownie oceniane, udoskonalane, a w wyjątkowych przypadkach również obalane. Widać, że każdy postęp wiedzy generuje tyle nowych pytań, ile dostarcza odpowiedzi. Jestem zatem przekonany, że dzisiejsi naukowcy mają przed sobą niemal nieograniczone obszary badań, które powinny pozwolić im wyrazić ich kreatywność.

Muszą być jednak tego świadomi i zaakceptować fakt, że w większości przypadków postęp naukowy będzie dotyczył jedynie ograniczonych obszarów wiedzy. Wydaje mi się konieczne przekonanie młodych badaczy, że kreatywne podejście może i powinno być stosowane na

bardzo różnych poziomach i nie dotyczy ono wyłącznie bardzo ograniczonej liczby wyjątkowych osób. Jest to podejście dostępne dla wielu z nas, pod warunkiem, że damy każdemu możliwość wyrażenia oryginalności, którą nosi w sobie. Jak w każdej formie działalności artystycznej, na przykład w malarstwie, istnieje continuum między twórczością np. Rembrandta a twórczością równie szanowanego niedzielnego malarza. Piękno naszego zawodu polega na tym, że postęp wiedzy nie opiera się wyłącznie na odkryciach kilku rzadkich geniuszy, ale także na skromniejszej aktywności twórczej wielu badaczy. Ta twórcza działalność może przybierać formę projektowania, przeprowadzania lub interpretowania eksperymentów, które będą stanowiły istotny wkład we wspólne dzieło. Może ona również obejmować rozwój nowych technologii lub oryginalnych instrumentów. Wierzę zatem, że byłem twórczym badaczem, chociaż żaden z moich wkładów nie spowodował poważnej rewolucji w biologii. Nadmierna ambicja intelektualna paraliżuje wielu badaczy, którzy za swój ostateczny cel postawili sobie przełomowe odkrycie. W ten sposób będą oni stale odczuwać frustrację, która często prowadzi ich do ograniczenia ich ambicji do wykonywania pracy seryjnej nierzadko stanowiącej jedynie potwierdzenie dominujących dogmatów chwili. Z dala od tej ludycznej i artystycznej wizji praktyki naszego zawodu, dzisiejsi naukowcy stoją w obliczu coraz poważniejszych ograniczeń, które krępują ich zdolność do podejmowania inicjatywy. Badacz jest oceniany na podstawie swojej krótkoterminowej rentowności, co prowadzi do oceny ilościowej opartej np. na liczbie, a nie na oryginalności jego publikacji.

Naukowcy są w ten sposób zmuszeni do przedwczesnej publikacji niedokończonych prac i często do wykonywania prac seryjnych, które nie dostarczają żadnych nowych pomysłów na szybką publikację. Oczywiście, oryginalne badania naukowe wiążą się z ryzykiem niepowodzenia, które badacz musi zaakceptować. Ponadto identyfikacja i interpretacja nowych zjawisk wymaga długiego procesu dojrzewania, który zmniejsza pozorną produktywność badacza. Nie jest zatem zaskakujące, że naukowcy mają trudności z wyrażeniem swojej kreatywności w obliczu coraz poważniejszych ograniczeń. Podejście kreatywne oznacza preferowanie, przynajmniej tymczasowo, podejścia intuicyjnego, a nie logicznego. Nawet w dziedzinie matematyki Henri Poincaré uznał, że intuicyjne podejście było jedynym zdolnym do pogłębiania wiedzy, stwierdzenie podsumowane w zdaniu lapidarnym od André Weila, innego znanego matematyka: „Logika jest higieną matematyki, a nie jej pożywieniem”.

Badania prowadzone w ramach działalności twórczej muszą mieć aspekt ludyczny. Badania muszą stanowić przede wszystkim zabawę i przyjemność. Dla mnie jest to jedno z najważniejszych przesłań, które otrzymałem od moich rodziców i pośrednio od moich dziadków. Badania wymagają subtelnej dialektyki lub alternatywnych okresów projektowania i eksperymentowania z fazami interpretacji i teorii. Odpowiedzi udzielone przez doświadczenie otwierają nieoczekiwane drogi, które natychmiast wznawiają proces refleksji. Podejścia eksperymentalne i teoretyczne są oczywiście komplementarne. Widać, że wielcy teoretycy zawsze wiedzieli, jak uchwycić i jak najlepiej wykorzystać bogactwo doświadczeń. Podobnie, eksperymentalne podejście odcięte do próby interpretacji jest najczęściej sterylne. Mierniczy, którzy po prostu poprawiają dokładność pomiaru o kilka miejsc po przecinku, rzadko są odkrywcami.

Do intelektualnej przyjemności odkrywania nowych faktów i konfrontowania rzeczywistości z modelami, które mają je interpretować, musimy dodać przyjemność, jaką wielu z nas czerpie z eksperymentalnej praktyki. Dobrze przemyślane i dobrze przeprowadzone doświadczenie dostarcza przyjemności porównywalnej z tą, jakiej doświadcza rzemieślnik w obliczu dobrze wykonanej pracy. Badania często przynoszą nam przyjemność estetyczną, widoczną w naukach

ścisłych, które wiążą się z bezpośrednim kontaktem z naturą, ale także w zupełnie nieoczekiwanych dziedzinach. Nie zdając sobie sprawy z ryzyka, na jakie byli narażeni, Pierre i Marie Curie podziwiali w ciemności swojego laboratorium dziwną luminescencję emitowaną przez rad. Snopy cząsteczek wytwarzane przez akcelerator lub reakcję chemiczną mogą być bardzo piękne. Zawsze z przyjemnością obserwuję symboliczne figury, które pojawiają się na moim komputerze, a które odzwierciedlają przebieg wielu reakcji zachodzących w aparacie fotosyntetycznym. Tak więc od początku mojej pracy do dziś praktyka badawcza jest zasadniczo zabawą i przyjemnością, która nie wyklucza trudniejszych okresów związanych z błędami i niepowodzeniami, nierozdzielnie związanych z jakąkolwiek działalnością twórczą. Nic nie przewyższyło mojej matki bardziej niż wizerunek jej rodziców Pierre'a i Marie Curie jako naukowców, którzy poświęcili się dla nauki. Pomimo szczególnie trudnych warunków, w jakich zmuszeni byli pracować, wykonywali swoją pracę z pasją i wielką radością. Nic nie irytowało mojej matki bardziej, niż wizerunek jej rodziców Pierre'a i Marie Curie jako naukowców, którzy poświęcili się dla nauki. Pomimo szczególnie trudnych warunków, w jakich zmuszeni byli oni pracować, wykonywali swoją pracę z pasją i wielką radością.

Dwie kategorie argumentów mogą być wykorzystane do uzasadnienia znacznych środków finansowych, które nasze społeczeństwa przeznaczają na badania. Pierwszym uzasadnieniem, o charakterze kulturowym, jest pogłębienie zrozumienia otaczającego nas świata. Drugie uzasadnienie, na które obywatele i politycy są bardziej wyczuleni, opiera się na korzyściach, jakich społeczeństwo może oczekiwać od postępu wiedzy i związanego z nim postępu technologicznego. Konieczne jest zatem skoordynowane i harmonijne opracowanie kontinuum łączącego badania podstawowe mające na celu zdobycie nowej wiedzy z badaniami sfinalizowanymi lub stosowanymi, mającymi na celu wykorzystanie postępu wiedzy. Chociaż istnieje zgoda co do tego, że badania podstawowe i stosowane są nierozłączne i wzajemnie się wzbogacają, jestem przekonany, że te dwie formy działalności narzucają bardzo różne praktyki i sposoby organizacji.

Badania poznawcze czy podstawowe mogą być prowadzone jedynie w atmosferze wolności intelektualnej. Swoboda ta musi dotyczyć zarówno przedmiotów badań, jak i metod podejścia. Każda próba zaprogramowania badań podstawowych jest skazana na niepowodzenie, ponieważ jakiegokolwiek programowanie może opierać się tylko na tym, co już znane, czyli na przeszłości. Z definicji żadne programowanie nie jest w stanie opierać się na przyszłości. Jeszcze mniej prawdopodobne jest przewidzenie potencjalnych zastosowań przyszłych odkryć. Łatwo jest mnożyć przykłady, a wielu badaczy zrobiło to przede mną, pokazując, że większość głównych przełomów technologicznych, które naznaczyły nasze społeczeństwa, ma swoje korzenie w odkryciach, których autorzy nie podejrzewali możliwości zastosowania ich w przyszłości.

Badania podstawowe to długoterminowa inwestycja, której potencjału powodzenia lub czasu potrzebnego na stymulowanie zastosowań nikt nie jest w stanie ocenić.

Celem badań stosowanych jest natomiast zaspokajanie potrzeb społeczeństwa poprzez budowanie na fundamentach conceptualnych i nowej wiedzy zdobytej w drodze badań podstawowych. W przeciwieństwie do badań poznawczych, badania stosowane nadają się do bardziej rygorystycznego programowania i często muszą być prowadzone w ścisłym kontakcie ze światem przemysłu. Choć wielu decydentów i polityków jest nadal przekonanych o potrzebie rozwoju dynamicznych badań kognitywnych, w naturalny sposób skłaniają się oni do faworyzowania badań, które wydają się mieć najbardziej oczywisty potencjał w zakresie krótkoterminowej opłacalności ekonomicznej. Subsydiowanie badań, których jedynym celem jest rozwój wiedzy bez możliwości uchwycenia możliwości jej zastosowania, wydaje się być zbędnym luksusem. Obecna metoda finansowania sprzyja zatem formie badań hybrydowych,

które można określić jako badania podstawowe zakończone. Takie badania oparte na programach są najczęściej równie nieefektywne pod względem zdolności do zdobywania nowej wiedzy oraz pod względem generowania postępu technologicznego przydatnego dla społeczeństwa. Aby uzyskać finansowanie, naukowcy są zmuszeni do uzasadniania rzekomo poznawczych badań krótkoterminowymi obietnicami zastosowania, w które często nie wierzą sami. Wydaje mi się, że takie podejście jest etycznie nie do przyjęcia, a co gorsza przyczynia się ono również do utraty wiarygodności naukowców w oczach opinii publicznej i świata polityki.

Można zilustrować nieefektywność badań podstawowych sfinalizowanych ze znacznych kwot przeznaczonych na finansowanie programów, które są bardziej fantastyczno-naukowe i nie posiadają jakiegokolwiek przełożenia na rzeczywistość gospodarczą. Program badań nad rakiem uruchomiony przez prezydenta Richarda Nixona stanowi przykład zaprogramowanych badań, których motywacja wydawała się całkowicie uzasadniona, a które okazały się porażką w porównaniu z kolosalnymi zainwestowanymi sumami. Prawdziwe przeszkody w tej dziedzinie znajdują się na poziomie podstawowej wiedzy z zakresu biologii molekularnej czy komórkowej i nikt nie jest w stanie określić, jaki przedmiot badań kognitywnych powinien być traktowany priorytetowo w celu opracowania nowych metod terapeutycznych.

Ten nadzwyczajny zysk finansowy mógłby zostać lepiej wykorzystany poprzez wspieranie mniej ambitnych, a bardziej ukierunkowanych badań stosowanych, poprawę warunków życia pacjentów oraz zwiększenie środków zapobiegania i wczesnego wykrywania tej choroby. Można mnożyć przykłady dotyczące wszystkich dziedzin nauki, które ukazują ludzkie i finansowe marnotrawstwo wynikające z efektów mody stworzonej przez potrzebę szybkiego reagowania na potrzeby społeczeństwa.

Podsumowując, wydaje mi się oczywiste, że ogólna skuteczność systemu badawczego opiera się na trwałej interakcji pomiędzy badaniami podstawowymi i stosowanymi. Uważam jednak, że te dwie formy badań powinny być prowadzone, oceniane i finansowane na bardzo różne sposoby. Badania podstawowe zakładają, że naukowiec ma dużą swobodę inicjatywy. Każdy badacz musi być zawsze przygotowany do modyfikowania lub zmiany przedmiotu swoich badań, gdy, na przykład, niespodziewany wynik badań zakłóca program, który sobie określił.

Z własnego doświadczenia wiem, że programowanie, które każdy badacz narzuca sobie samemu, może mieć jeszcze bardziej szkodliwe konsekwencje niż programowanie, które narzuca mu się z zewnątrz i któremu często nie chce się on podporządkować. Wielu badaczy, w tym ja sam, przegapiło odkrycia, ponieważ nie chciało przerwać programu, który sami ustawili, aby uwzględnić i wyjaśnić jakieś nieoczekiwane zjawisko. Można zauważyć, że życie naukowca jako badacza często reprezentuje chaotyczną podróż z nieprzewidywalnymi pasmami porażek i sukcesów.

Z drugiej strony, badania stosowane wymagają spójnego i długoterminowego wysiłku. Sukces często wynika z uporu badacza w realizacji jego początkowego projektu i ten wysiłek może zaowocować zarówno w perspektywie krótko-, jak i długoterminowej. W przypadku badań stosowanych, biorąc pod uwagę związane z nimi często stawki finansowe, duch konkurencji może stanowić niezbędną zachętę, podczas gdy jej wpływ często wydaje mi się szkodliwy w przypadku badań podstawowych.

Osobiście zawsze znajdowałem taką samą radość w prowadzeniu obu rodzajów badań.

Projektowanie i rozwój technik monitorowania *in vivo* aktywności aparatury fotosyntetycznej, które było główną częścią mojego wkładu w badania stosowane, wpisały się w wieloletni

projekt realizowany przez kilkadziesiąt lat. Natomiast moje nieliczne sukcesy w dziedzinie badań podstawowych przysły, kiedy miałem odwagę porzucić temat badawczy, w którym nabyłem wysoki poziom wiedzy specjalistycznej, aby zająć się nowym tematem, w którym moja względna niewiedza dodała mi nowego młodzieńczego ducha, sprzyjającego pobudzeniu mojej wyobraźni.

Dlatego uważam, że należy zastanowić się nad sposobem organizacji badań, a w szczególności nad procedurami oceny, aby umożliwić młodym naukowcom odzyskanie wystarczającej przestrzeni dla wolności i twórczości. Aby badania naukowe były skuteczne, muszą pozostać krainą zabawy i przygody, w której wyrażany jest smak ryzyka i rywalizacji.