KWARTALNIK FILOZOFICZNY
T. XLIII, Z. 1, 2015
PL ISSN 1230-4050

MICHAŁ HARABURDA
(Kraków)

REALIZM ROGERA BACONA OPARTY NA NAUCE O PERSPEKTYWIE

I.

Roger Bacon, przedstawiając teoretyczną wykładnię nauki eksperymentalnej, zapisał się na kartach historii filozofii jako jeden z prekursorów empiryzmu brytyjskiego. Jednakże, nauka eksperymentalna zdobyła uznanie w kręgach uczonych elit dopiero trzy wieki później. Ów franciszkanin był kimś więcej niż zwykłym trzynastowiecznym filozofem i teologiem. Wiemy, że rozwinął wiedzę z zakresu matematyki, optyki, a także opanował wiele języków starożytnych w tym grecki, arabski, hebrajski i chaldejski[1]. Jest raczej pewne, iż jeszcze jako osoba świecka studiował w studium generalnym na Wydziale Filozoficznym Oksfordu, prowadzonym przez osiadłych tam franciszkanów w 1224 roku.

Był do tego eksperymentatorem, przeprowadzał badania nad światłem, magnetyzmem oraz metalami[2]. Podczas drugiego pobytu w Oksfordzie, gdzie pracował już jako nauczyciel oraz prowadził własne badania z różnych dziedzin, otrzymał zaszczytny tytuł *Doctor Mirabilus*. Był powszechnie podziwianym przez swoich uczniów nauczycielem, nie wahał się przepuszczać światło przez sześciokątny kry-

[1] S. Swieżawski, *U źródeł konfliktu nowożytnego przyrodoznawstwa z filozofią scholastyczną. Atak Rogera Bacon na mistrzów Paryskich* [w:] *Rozum i tajemnica*, Kraków 1960, s. 302–321.

[2] L. Goldstone, N. B. Goldstone, *The Friar and the Cipher: Roger Bacon and the unsolved mystery of the most unusual manuscript in the world*, Random House Inc., 2005, s. 158 i 160.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015

ształ, wywołując tym samym tęczę, którą, jak wierzono, mógł powodować jedynie Bóg na znak przymierza z ludźmi[3]. W nocy, w latach pięćdziesiątych XIII wieku, na terenie Uniwersytetu Oksfordzkiego można było słyszeć wybuchy eksperymentalne nieznanego wówczas w Europie prochu, którym posługiwał się nie kto inny jak Bacon. Podobno, jak głosi legenda, w tym czasie uformował również głowę z mosiądzu, która miała wszystkie takie same części, jak w ludzkim mózgu, i gdyby tylko mówiła, przeraziłaby na śmierć wszystkich wrogów Anglii[4].

Znajdujemy też w jego pracach, iż wielką wagę przypisywał przyszłym wynalazkom, roztaczając przed współczesnymi niesamowite wizje bardzo szybko poruszających się statków bez wioseł, pojazdów bez koni i wołów, latających maszyn, urządzeń umożliwiających człowiekowi chodzenie po dnach morskich, broni roznoszącej trucizny i zarazki, wielkich zwierciadeł skupiających promienie świetlne w wytyczonych miejscach i palących wszystko w ich obrębie[5]. Do tego marzyło mu się opracowanie mapy wszystkich ciał niebieskich na wzór długości i szerokości geograficznych miejsc na Ziemi[6].

Bacon, w pełni świadom, że wielu ludzi jest z natury szalonych, uznał, że należy ukrywać przed nimi wiedze za pomocą specjalnych szyfrów oraz kodów. Dowiadujemy się od niego, że wiadomości można kodować za pomocą specjalnych połączeń liter i symboli; wykorzystując enigmatyczne i metaforyczne wyrażenia; stosując różnorodne rodzaje liter wymieszane ze znakami nie posiadającymi znaczenia; opracowując sztuczny języka, o którym poza wtajemniczonymi nikt nie ma pojęcia, że istnieje; a także przez opanowanie tzw. *ars notaria*, czyli sztuki notowania jako pojętności w używaniu zaszyfrowanych stenografów[7].

Doctor Mirabilus próbował za pomocą różnych argumentów wykazać przewagę nauki eksperymentalnej nad metodą dedukcyjną, a także doświadczeniem naturalnym. Dotychczas scholastycy koncentrowali się wokół opracowań oraz zestawiania ze sobą i komentowania poglądów uznanych autorytetów w danej dziedzinie w oderwaniu od bezpośredniego badania przyrody. Zdobywanie wiedzy miało teraz polegać

[3] Tamże, s. 232–233.
[4] Tamże, s. 160–161.
[5] Tamże, s. 164–165.
[6] Tamże, s. 165.
[7] Tamże, s. 166–168.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015

na stawaniu pomysłowych tez, następnie prób ich potwierdzenia bądź obalenia eksperymentalnego, a dopiero potem na rozumowaniu[8]. Można zatem powiedzieć, że czysto rozumowe dowodzenie wniosku tudzież intuicyjne oglądanie prawdy nie są środkami wystarczającymi w dochodzeniu prawdy. Rozstrzygający jest bowiem dowód przez eksperyment, zaś sylogizmy mają służyć eksperymentowi, a wiedza empiryczna wywodom teoretycznym[9]. Ponadto, dzięki nauce eksperymentalnej miałyby zostać wynalezione lepsze instrumenty i urządzenia badawcze, które przyspieszyłyby rozwój badań i odkrycia w wielu dziedzinach[10].

Motywy napisania przez Bacona dzieła *Opus Maius* są ściśle związane z jego krytycznym nastawieniem wobec metodyki oraz treści nauczania, a także wyłączności szkolnictwa kościelnego. By jego program reformy nauczania i odnowy Kościoła miał realne szanse powodzenia, jak można sądzić, wstąpił do zakonu Franciszkanów, a następnie starał się o zyskanie protekcji dla swoich idei u samego Papieża – Klemensa IV (1265–1268), wcześniej zaś kardynała Guy le Gos de Foulques[11].

Trzeba powiedzieć, że *Opus Maius* było pisane w niejakim pośpiechu, toteż Bacon dosłał jeszcze prace *Opus Minus* oraz *Opus Tertium* przez tajemniczego posłańca Jana, będące streszczeniem i komentarzem wspomnianego dzieła pierwszego[12]. Z ważniejszych prac napisał jeszcze dwa traktaty: *Communia naturalium* i *Communia mathematica* – jedyne zachowane części nigdy nieukończonego dzieła syntetycznego: *Scriptum Principale* – w których ponownie dowodził wyższości metody eksperymentalnej, a także matematyki nad spekulacją, magią oraz zabobonem.

W dziele *Opus Tertium* poświęca wiele miejsca dla rozjaśnienia projektu filozofii moralnej, która jest dla niego, ściśle rzec biorąc – nauką praktyczną. Dowiadujemy się, że wszelkie starania w zakresie uprawiania i rozwoju innych nauk spekulatywnych powinny być nastawione na urzeczywistnienie dobra powszechnego. Nauka eksperymentalna ma być więc nauką etyczną, podporządkowaną Kościołowi

---

[8] Tamże, s. 186 i s. 189.

[9] R. Bacon, *Opus Tertium. Rozdz. XIII* [w:] *Wszystko to ze zdziwienia. Antologia tekstów filozoficznych z XIII wieku*, Wybór, opracowanie i wstęp Krystyna Krauze-Błachowicz, Wydawnictwo: PWN, 2001.

[10] L. Goldstone, *The Friar...*, dz. cyt., s. 190.

[11] Zob. St. Swieżawski, *U źródeł...*, dz. cyt.

[12] R. Bacon, *Opus Tertium...*, dz. cyt., s. 59–60.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015

i pomyślności wszystkich chrześcijan[13]. Jednakże o pięknie cnót i brzydocie wad piszą, jego zdaniem, najlepiej niewierzący filozofowie tacy, jak: Arystoteles, Seneka, Marek Tulliusz Cyceron, choć ich pracy są na ogół nieznane łacinnikom:

> Nie ma bowiem chyba ani jednego człowieka tak dogłębnie pogrążonego w grzechach, który by nie porzucił tego lub innego występku, gdy z uwagą i pilnością wczytuje się w treść tych ksiąg. Z tak wielką bowiem żarliwością zwalczają każdą wadę, że jest wprost niemożliwe, by można było przejść nad tym do porządku. Z tego powodu, ponieważ najgorszą wadą jest gniew, gdyż niszczy on człowieka i wprowadza chaos do całego świata, nie ma tak pełnego gniewu człowieka, który przestudiowawszy dokładnie trzy księgi Seneki, nie wstydziłby się wpadania w złość[14].

Filozofia moralna, jego zdaniem, pod względem samorozwoju oraz życia we wspólnocie powinna być zaczerpnięta od filozofów starożytnych. Przykłady świętych chrześcijańskich pokazują, że ludzie Ci nie tylko doskonale przyswoili sobie chrześcijańskie cnoty, takie jak wiara, nadzieja i miłość, ale udokumentowali swoim postępowaniem mądrość praktyczną z zakresu starożytnej sztuki życia[15].

II.

Najcenniejszym dorobkiem w twórczości filozoficzno-naukowej Bacona są studia dotyczące nauki o perspektywie. Jego warsztat naukowy oraz zakres znajomości różnych dziedzin, nawet przy uwzględnieniu czasu, w którym żył – złotym wieku scholastyki – jest niezwykle bogaty i obszerny. Wystarczy przytoczyć kilka dzieł autorów, na które się powołuje: prace Arystotelesa *Traktat o duszy* oraz *O zmysłach i ich przedmiotach*, *Optyka* Ptolemeusza, *Optyka* Euklidesa, Tydeusza księga *O aspektach*, św. Augustyna traktat *O muzyce* oraz Jakuba Alkindi: *O aspektach*.

Z kart dzieła *Opus Maius* dowiadujemy się, że większość myślicieli starożytności twierdziła, iż nerw wspólny to władza, poprzez którą dokonuje się akt widzenia (*virtus vistiva*) oraz miejsce, w którym zbiegają się obrazy (formy zmysłowe) pochodzące od oczu, dając jeden obraz, za to intensywniejszy i pełniejszy. Przy czym, aby obraz się nie rozdwajał, oczy muszą mieć jednakowe położenie względem nerwu

---

[13] *Opus Tertium. Rozdział XIV* [w:] *Wszystko to ze zdziwienia...*, s. 70.

[14] Tamże, s. 71.

[15] R. Bacon, *Dzieło większe,* przeł. T. Włodarczyk, wyd. M. Derewiecki, Kęty 2006, s. 594–599.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015

wspólnego[16]. Bacon powiada z kolei, że nerw wspólny istotnie jest władzą warunkującą widzenie, jednak jego działanie ogranicza się do rozpoznawania widzianych rzeczy jako tzw. podmiot odczuwający. Oznacza to, że nie jest on funkcją nakładania się form zmysłowych w jeden obraz wewnątrz umysłu. Co więcej, przypisuje większe aniżeli jego poprzednicy, znaczenie oczom, które posiadają same z siebie zdolność widzenia i wydawania pewnego rodzaju sądu. Z tego względu ważny jest następujący cytat:

> Albowiem kąt, dzięki któremu określa się wielkość rzeczy, nie przekracza ciała lodowego [soczewki – przyp. M.H.], a klasyfikacja widzianej rzeczy pod względem jej istnienia dokonuje się na powierzchni tego ciała, dzięki któremu poprzez ową klasyfikację zachodzi dokładne poznanie widzianej rzeczy[17].

Możemy zauważyć, że Bacon podąża za wskazówką Tydeusza, który w księdze *O aspektach* dowodził, iż widzący nigdy nie mógłby być pewny co do odległości, jaka go dzieli od postrzeganej rzeczy, ani jej wielkości, miejsca oraz położenia, gdyby promienie optyczne nie wychodziły z oka i nie dochodziły aż do rzeczy widzianej, zatrzymując się na niej[18].

> Ponadto obrazy rzeczy nie są zdolne do tego, by same z siebie mogły bezpośrednio oddziaływać w oku w całej pełni, ze względu na jego szlachetniejsze bytowanie. Stąd należy przyjąć, że wspomagany jest on i pobudzany przez obraz oka, który rozpromieniowuje w miejsce stożka optycznego, zmienia środowisko i uszlachetnia daną rzecz, oraz sprawia, że staje się on proporcjonalny do wzroku i w ten sposób przygotowuje wejście obrazu rzeczy widzianej...[19]

Teza, że widzenie dokonuje się za pomocą obrazu oka dochodzącego do przedmiotu widzianego, nie jest zatem całkiem nowa, ale jej uzasadnienie oraz wykończenie zdecydowanie tak, i jest ono autorstwem Rogera Bacona[20].

Bacon wychodzi od zarysowania tła sporu odnośnie do istnienia i natury form zmysłowych, zapoczątkowanego już w starożytności. Z tego względu przytacza następujący passus *Traktatu o Duszy* Arystotelesa:

> Ogólnie o każdym zmyśle trzeba powiedzieć, że jest on tym, co posiada zdolność przyjmowania form zmysłowych (posiadanych przez ciało) bez jego materii w podobny

[16] Tamże, s. 430–431 i s. 406–407.

[17] Tamże, s. 432.

[18] Tamże, s. 446–447.

[19] Tamże, s. 449.

[20] Tamże, s. 461.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015

sposób, w jaki wosk przyjmuje znak sygnetu bez złota lub mosiądzu. Przyjmuje znak złoty lub mosiężny, lecz nie o ile jest złotym lub mosiężnym. Podobnie również ma się zmysł w stosunku do poszczególnych przedmiotów: odbiera wrażenia od rzeczy posiadających barwę lub smak, lub dźwięk, ale nie o ile każda z nich jest określoną rzeczą (substancjalną), lecz o ile jest obdarzona daną własnością jakościową i odpowiednio do jej formy[21].

Owa doktryna o formach zmysłowych przypisuje zmysłom w doświadczeniu jedynie rolę bierną, to znaczy widzenie miałoby dokonywać się w środku duszy, w sensie przyjmowania „czegoś" i nie działałoby na zewnątrz[22]. Bacon nie podziela zdania, jakoby Arystoteles był rzeczywiście wyznawcą doktryny o formach, które odrywając się od swojego materialnego podłoża, miałyby wchodzić przez organy zmysłowe do naszych dusz, a jeżeli nawet, to ją w końcu zarzucił. W rzeczy samej Arystoteles raczej przytaczał ową interpretacje doświadczenia zmysłowego, *notabene* jak wiele innych, alternatywnych odnośnie do tej sprawy, a sam był zwolennikiem rozwiązania pośredniego. Korespondujący z tymi uwagami, oryginalny fragment wypowiedzi Bacona brzmi następująco:

> To zaś, co usiłuje wykazać w drugiej księdze *O duszy*, to znaczy że – ogólnie mówiąc – zmysły należą do rodzaju władz biernych, nie prowadzi do wniosku, że zmysły są aktywne; należy pamiętać, że to konieczne ze względu na jego nauczyciela, Platona, i wielu innych platoników. Rozpowszechnione bowiem było wśród nich przekonanie, że wzrok jest wyłącznie tylko czymś czynnym i że wysyła obrazy optyczne do wszystkich rzeczy ujmowanych przez wzrok, stąd według nich wzrok wysyła obraz optyczny do gwiazd, ogląda je i oddaje wzrokowi ich obrazy. Z tego powodu Arystoteles, który chciał upewnić się odnośnie do wszystkiego, zgodnie z możliwościami swych czasów odrzucił obie opinie dotyczące widzenia, mianowicie stoików, w księdze *O zwierzętach*, a drugą – platoników, w księdze *O duszy* krytykował tak, jak uważał za słuszne. Obeznani zaś w filozofii Arystotelesa, a zwłaszcza w perspektywie, uznają, że wzrok jest czynny i bierny. Albowiem otrzymuje obrazy rzeczy widzianej i wywiera swój wpływ na środowisko aż do przedmiotu widzianego[23].

W rozprawie *O zmysłach i ich przedmiotach*, która powstała później niż wspomniany traktat, znajdujemy wiele wyraźnych tropów wskazujących na to, że Arystoteles przyjmował istnienie podniet. Przez podniety rozumiał pewnego rodzaju ruchy, które przemieszczają się w przestrzeni, za którą brał każdą odległość między obserwato-

---

[21] Arystoteles, *O duszy [w:] Dzieła wszystkie. Tom 3.*, tłum. Paweł Siwek, wyd. PWN 1994, s. 424 a-b.

[22] R. Bacon, *Dzieło...*, s. 448.

[23] Tamże.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015

rem a przedmiotem materialnym. Podniety te wychodziłyby od rzeczy, ale, co istotne, miałyby nie mieć własności, jakie przysługują samym rzeczom. Arystoteles zauważa, że do widzenia konieczny jest ośrodek powietrza i światła, w którym rozchodzi się ruch barw odbierany przez przeźroczystą, wewnętrzną część oka, z której wychodzą trzy przewody do mózgu[24]. Następnie posługuje się zdroworozsądkowym i opartym na doświadczeniu rozumowaniem, które z jednej strony wyklucza nadmierną aktywność organów zmysłowych, a z drugiej całkowitą ich pasywność w procesie percepcji. Toteż powiada on:

> Empedokles zdaje się niekiedy utrzymywać, że widzimy przedmioty za pomocą światła wychodzącego [z oka], jak powiedzieliśmy wyżej. Przynajmniej tak się wyraża. Podobnie jak ten, co zamierza wyjść w burzliwą noc, przygotowuje sobie latarnię ze światłem płonącego ognia, przystosowuje kwadratowe przeźroczyste blaszki, by odpierały wszelkie rodzaje wiatrów; rozpraszają one napór wiatrów dmących – jednakże światło ognia przedziera się na zewnątrz tym dalej, im jest subtelniejsze i błyszczy na progu [domu] swymi promieniami zwycięskimi[25].

W dalszej części arystotelesowskiego dzieła dowiadujemy się, że Empedokles nie ma racji, gdyż zmysły nie są w rzeczywistości tak aktywne, jak mu się zdaje. Arystoteles nie podziela też poglądu Demokryta, który w zasadzie zbieżny jest z doktryną o formach zmysłowych „wybiegających" z rzeczy i zostawiających swój odcisk w naszych duszach:

> Demokryt utrzymuje, że organ wzroku jest z wody; i ma w tym słuszność; lecz gdy twierdzi, że widzenie polega na obrazie odbitym od przedmiotu, to się myli. W rzeczy samej obraz dlatego się tworzy, że oko jest gładkie; ponadto nie ma on miejsca w oku, lecz w osobniku, który patrzy; zjawisko to bowiem jest prostym refleksem [światła], lecz, jak się wydaje, nauka o obrazach zwierciadlanych i o odbiciu nie była jeszcze dość znana. Dziwnym jednak pozostaje fakt, że nie nasunęło mu się pytanie, dlaczego tylko oko widzi, a nie jakakolwiek z innych rzeczy, w których przecież odbijają się obrazy[26].

Arystoteles uważa więc, że widzenie nie polega na spostrzeganiu obrazu przedmiotu, który odbija się na oku ani na wytworzeniu wewnętrznego obrazu spostrzeganej rzeczy w duszy. Wnioski te wydają się o tyle pewniejsze, o ile rozważymy kolejne fragmenty z jego rozprawy, w których krytykuje pogląd, że kolory są emanacją z rzeczy w tym sensie, że miałyby ostatecznie powstawać w duszy, ponieważ

---

[24] Arystoteles, *Krótkie rozprawy psychologiczno-biologiczne* [w:] *Dzieła wszystkie*, Tom 3, tłum. Paweł Siwek, wyd. PWN 1994, s. 438 b.

[25] Tamże, 438 a, 2.

[26] Tamże, 438 a, 2.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015

widzi się je na powierzchniach samych rzeczy[27]. Mianowicie twierdzi on, iż barwa jest rzeczą widzialną, ale znajduje się ona na powierzchni tego, co jest przez nią widzialne. Rzeczy widzi się z uwagi na ich barwę, ale chodzi tu o wynikanie w sensie przyczynowym, nie zaś logicznym[28]. W zamian postuluje on istnienie pewnych ruchów – wychodzących podniet, a nie „wybiegania" własności zmysłowych przedmiotów zewnętrznych, zauważając przy tym, że dźwięki rozchodzą się wolniej od ruchu światła od przedmiotu przez nas spostrzeganego[29]. Postrzeżenia zmysłowe nie są wcale ciałami, lecz właściwościami i szczególnymi ruchami (modyfikacjami), bez których one nie przyszłyby do skutku, chociaż z drugiej strony nie istnieją niezależnie od ciał[30].

Zasada prostoliniowego rozchodzenia się światła była już znana w starożytności co najmniej od czasów Euklidesa. Wychodząc od tej zasady Euklides w dziele *Optyka* przedstawił ilościowy opis naszego widzenia, opierając go na prawach optyki geometrycznej. Ludzie od dawna obserwowali zjawisko wizualnego zmniejszenia się obiektów wraz z odległością oraz ich optycznego skracania się, czyli zjawisko zmiany kształtu obiektu ze względu na kąt widzenia. Zanim przejdziemy do omówienia stanowiska Bacona, warto przyjrzeć się niektórym definicjom oraz twierdzeniom Euklidesa, składającym się na naukę o optyce. Rozważmy następujące definicje o treści:

(7) Natomiast rzeczy widziane wewnątrz kilku kątów wyglądają wyraźniej.

(4) Rzeczy widziane wewnątrz większego kąta, wyglądają na większe, a te widziane wewnątrz mniejszego na mniejsze, zaś rzeczy widziane wewnątrz równego kąta wyglądają na rzeczy o tej samej wielkości.

(5) Rzeczy widziane w wyższym polu wizualnym wyglądają na wyższe, podczas gdy te widziane wewnątrz niższego, wyglądają na niższe[31].

Pierwsza definicja (7) wyraża potoczną obserwację prawidłowości, że nigdy nie poznajemy rzeczy w jednym rzucie oka. Aby ją dobrze poznać, musimy ją widzieć pod kilkoma kątami. Pozostałe definicje mówią o tym, że im szerszy jest kąt widzenia oka stacjonującego w pkt. B,

---

[27] Tamże, 440 a.

[28] Arystoteles, *O duszy...*, 418 b.

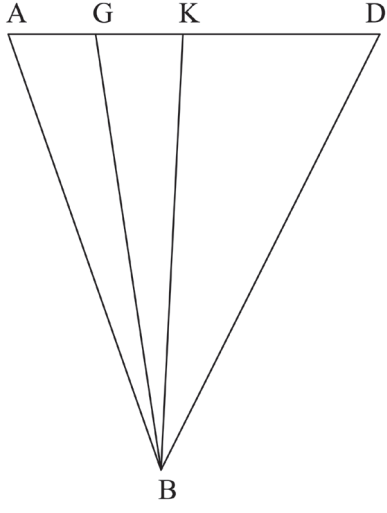
[29] Arystoteles, *Krótkie...*, 446 b.

[30] Tamże, s. 224.

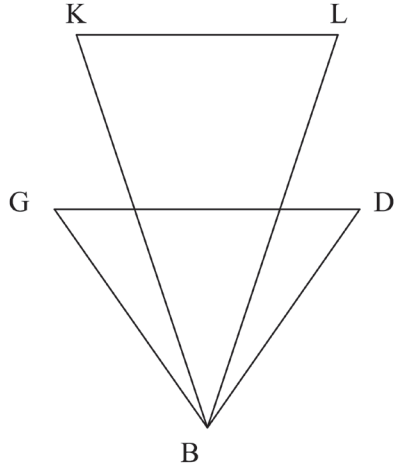
[31] Euclid, *The Optics* [w:] „Journal of the Optical Society of America", vol. 35/5, translated by Harry E. Burton, May 1945, s. 357.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015

tym za pomocą większej ilości promieni możemy daną rzecz widzieć. Im szerszy jest kąt widzenia, tym ta sama rzecz znajduje się bliżej obserwatora. Rzeczy o równej wielkości nie wyglądają, że są równej wielkości, jeżeli widziane są z różnych odległości i bliższe rzeczy zawsze wyglądają na większe[32]. Prawidłowości te ilustrują rysunki 1 i 2:



Ryc. 1



Ryc. 2

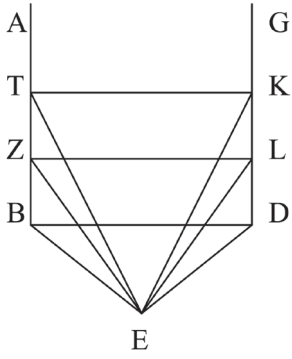
Równolegle linie AB i GD na rysunku 3 widziane na odległość z punktu E wyglądają na nierówno oddalone od siebie. To zbieganie optyczne Euklides tłumaczy tym, że kąt BED jest większy od kata ZEL, co powoduje, że odcinek BD musi wyglądać na dłuższy niż odcinek ZL. Ta sama prawidłowość stosuje się do kątów ZEL i TEK, z których drugi jest mniejszy od pierwszego, toteż odcinek TK wygląda na krótszy niż ZL[33].

Euklides dostrzega kolejną prawidłowość w widzeniu przez nas płaskich powierzchni znajdujących się poniżej poziomu oczu. W tej sytuacji bardziej odległe płaszczyzny wydają się wyższe. Niech pkt. A na rysunku 4 przedstawia oko, odcinki AB, AE, AD i AG promienie padające na odpowiednie punkty widzianej płaszczyzny. Część DG będzie wyglądała na wyższą niż ED, a ta z kolei na wyższą niż BE. Prostopadła LZ pokazuje, że DG jest widziane za pośrednictwem promieni przechodzących przez punkty L i T w ramach kąta DAG, które

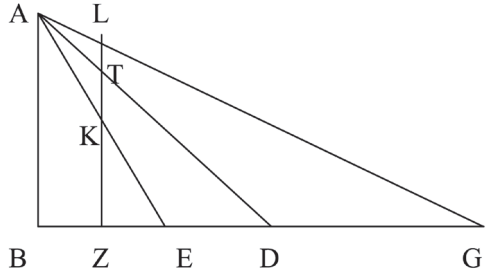
[32] Por., tamże, s. 358.

[33] Tamże.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015



Ryc. 3



Ryc. 4

znajdują się wyżej niż promienie przechodzące przez punkty T i K, które tworzą kąt widzenia EAD. W ten sposób Euklides tłumaczy dlaczego płaskie powierzchnie na które patrzymy z większego dystansu wyglądają na wyższe[34].

III.

Wyłożenie własnego stanowiska w sprawie działania zmysłu wzroku Bacon rozpoczyna od omówienia kwestii zasadniczo elementarnych, które z tego względu przywołam tutaj jedynie skrótowo. Najpierw wymienia on i analizuje szereg warunków wymaganych do widzenia przedmiotów materialnych, tj.: odpowiedni stopień przeźroczystości (rozrzedzenia) powietrza, średnie wymiary przedmiotów, obecność światła i barw, sprawne działanie aparatu oka, przesłanie obrazu rzeczy do aparatu wzroku oraz wypromieniowanie obrazu od oczu[35].

Dodaje też, że o ile na mocy odbicia promieni od powierzchni nieprzeźroczystych widzi się obraz właściwy rzeczy, o tyle w przypadku promieni odbitych od wody, tudzież lustra widzimy obraz optyczny[36].

Aby nie doszło do przejścia lewej części widzianej rzeczy na miejsce części prawej, co uniemożliwiłoby – zdaniem Bacona – prawidłowe widzenie, natura wyposażyła oko w szklisty płyn, który znajduje się przed centrum ciała lodowego. Ze względu na to, że ów szklisty płyn (płyn rogówkowy) jest gęstszy niż substancja lodowa (soczewka) i leży

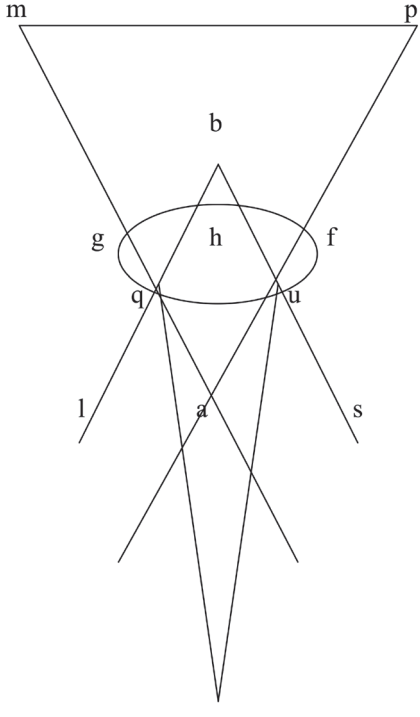
[34] Por. tamże, s. 359.

[35] R. Bacon, *Dzieło...*, s. 454–473.

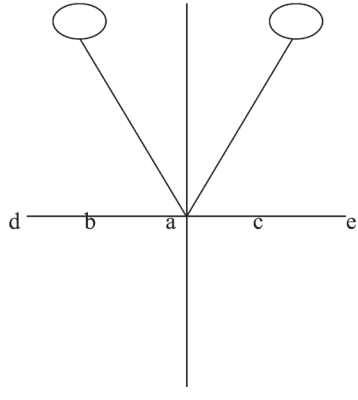
[36] Tamże, s. 473.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015

przed nią, to na nim dokonuje się załamanie promieni biegnących od podstawy stożka (trójkąta), czyli geometrycznego modelu ciała. Promienie wychodzące od dwóch końców podstawy trójkąta odchylają się na powierzchni cieczy szklistej (oznaczonej jako „g-d-f"), która ma mniejszą przeźroczystość niż powietrze pod kątem krzywym, w punktach q i u, i biegną dalej po liniach prostych do nerwu wspólnego, co pokazuje rysunek 5[37].



Ryc. 5



Ryc. 6

Każdy z badaczy perspektywy powinien dostarczyć nomotetycznej odpowiedzi, dlaczego widzimy jeden obraz rzeczy, mimo że mamy dwa obrazy na oczach. Bacon dostarcza nam wyjaśnienia tej trudności i robi to wyłącznie przed odwołanie się do praw optyki geometrycznej. Stawia on następującą tezę: obrazy z każdego oka dochodzą do tego samego miejsca w nerwie wspólnym i dlatego widzimy jedną rzecz[38]. Rzecz w tym, że oczy mają naturalnie to samo położenie w stosunku do

[37] Tamże, s. 444–445.

[38] Tamże, s. 481.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015

nerwu wspólnego, a co za tym idzie mogą zachowywać się w jednakowy sposób względem wszystkich tych samych punktów, na które padają. Bacon proponuje od nerwu wspólnego wyznaczyć linię prostą, jak na rysunku 6, usytuowaną między oczami aż do rzeczy widzianej, która zbiega się w tej samej części rzeczy widzianej z osiami oczu. Linia ta stanowi wspólną oś, zaś punkt, na który padają te trzy osie, widziany jest z największą mocą. Inne punkty, im dalej są od niej oddalone, tym są słabiej widziane[39]. Jedno oko nie może upewnić się w jednym rzucie o całości widzianego przedmiotu, a tylko o tej jego części, która jest prostopadła do linii wzroku. Mimo to widzimy całą rzecz (jej poszczególne punkty pod różnymi kątami), skupiając sukcesywnie wzrok po osi prostopadłej, która ma największą moc, na każdą z jej części. Dostrzegamy teraz, że czynność widzenia nie jest dla Bacona prostym aktem, zamrożoną wizją, a dokonaniem, ciągłą obserwacją.

Według Bacona mogą wystąpić okoliczności, w których widzi się coś podwójnie; jest to, po pierwsze, sytuacja, gdy jedno oko lub para oczu odchyla się od swojego właściwego położenia na skutek nacisku palcem na gałkę (gałki oczne). Ponadto, jeżeli kąt widzenia jednego oka jest znacznie większy niż kąt widzenia drugiego oka i oba skierowane są na te same punkty, to część najdalej oddalona od oka o mniejszym kącie widzenia może być widziana podwójnie przez zmysłowo postrzegalny kąt widzenia drugiego oka. Aby to lepiej zrozumieć, przyjmijmy że prosta „m-c" oznacza przedmiot widziany, co ilustruje rysunek 7, odcinki „a-c" i „b-c" wychodzą od oczu i zmierzają do punktu „c". Część rzeczy widziana w ramach większego kąta „m-a-c" najdalej oddalona od oka *b* może być widziana podwójnie. Ze względu na istotną różnicę w kątach widzenia, widziane obrazy nie mogą dochodzić do tej samej części nerwu wspólnego i większy kąt zajmuje większą część nerwu wspólnego[40]. Zauważmy, że to optyczne wyjaśnienie zjawiska widzenia zakłada, że obraz oka musi być zwrotnie wypromieniowany w stronę podstawy rzeczy widzianej.

Rzeczy mogą być widziane podwójnie również wtedy, gdy osie oczu wyraźnie się ze sobą zbiegają. Rzecz widziana jest podwójne zarówno przed punktem przecięcia się osi oczy, jak za tym punktem, czego można dowieźć eksperymentalnie, zdaniem Bacon[41].

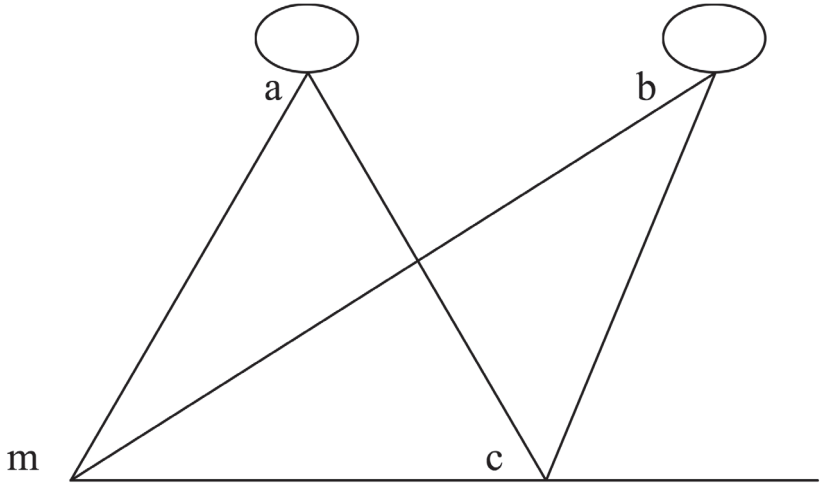
---

[39] Tamże, s. 485–486.

[40] Tamże, s. 487.

[41] Zob. tamże, s. 487–488.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015



Ryc. 7

Zgodnie z tym, co powiedzieliśmy, Bacon nie twierdzi, że widzieć można tylko za pomocą obrazu, który pojawia się na oku, ale jednocześnie prostuje on, że oko wypromieniowuje obraz „[...] podobnie jak i inne rzeczy, gdyż przypadłości i substancje niższe od oka mogą realizować swe możliwości, a więc w tym większym stopniu może oko”[42]. Sens tej wypowiedzi polega na tym, że skoro od rzeczy odbijają się promienie światła, to tym bardziej mogłyby się one odbijać od oka – jego części nieprzeźroczystej, która jest czymś bardziej złożonym. Oczy są bytem organicznym, podczas gdy wiele rzeczy jest nieożywionych. Rozprzestrzenianie się obrazu oka odbitego zwrotnie od siatkówki, zachodzi między wzrokiem a rzeczą widzianą i przyjmuje kształt stożka (trójkąta), którego wierzchołek jest w oku, a podstawa w rzeczy widzianej. Obraz bowiem, jak powiada Bacon, wejdzie w inne środowisko przeźroczyste – czym są transparentne warstwy oka łącznie z soczewką, natomiast odbije się, gdy napotka przeszkodę w postaci gęstego ciała, jaki stanowi siatkówka[43]. Ponieważ substancja oka jest gęstsza od powietrza, należy na mocy praw optyki przyjąć, że wszystkie linie odchylające się, załamują się na powierzchni rogówki. Z kolei, aby wyjaśnić różnicę w ostrości widzenia przy padaniu światła na dołek centralny siatkówki a widzeniem peryferyjnym, twierdzi on,

[42] Tamże, s. 446.
[43] Tamże, s. 449.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015

że padanie promieni pod kątami nieprostymi osłabia obraz, podobnie jak załamanie światła, natomiast padanie prostopadłe jest silne, stąd obraz prostopadły przesłania wszelkie zakrzywienia, podobnie jak silniejsze i mocniejsze światło przesłania światła słabsze, na przykład światło słońca czyni niewidocznymi światła gwiazd.

Z jednej strony przy widzeniu należy uwzględnić element bierny – obraz rzeczy widzianej (*species rei visae*), wychodzący od niej, ale też element czynny – promień widzialny (*radius visualis*), który rozciąga się do miejsca, w którym znajduje się rzecz. Należy przyjąć istnienie elementu czynnego również ze względu na to, że gdyby oko nie emitowało obrazu, wówczas nic nie moglibyśmy dostrzec w mglistym, przesiąkniętym wyziewami powietrzu. Jednakże, moc oka jest ograniczona, toteż zbyt duża mgła, lub zbyt duże oddalenie od zachmurzonego obszaru powoduje zatrzymanie obrazu od oka na samym powietrzu[44].

Rozprzestrzenienie się obrazu oka dokonuje się w tym samym miejscu, co i obraz rzeczy widzianej, między wzrokiem a rzeczą widzianą, i urzeczywistnia się na kształt stożka, którego wierzchołek jest w oku, a podstawa w rzeczy widzianej. Obraz wchodzi w to samo środowisko pod kątem prostym i ulega różnym załamaniom w sytuacji, gdy natrafi na środowisko o innej przeźroczystości, a odbije się, gdy napotka przeszkodę w postaci gęstego ciała. Dzieje się tak w przypadku obrazu wzroku, który całkowicie rozprzestrzenia się, zgodnie z drogą obrazu samej rzeczy widzianej[45].

Jest też zdania, że widziane obrazy rzeczy muszą być tak samo materialne, jak środowisko w którym się znajdują, albowiem to, co istnieje w czymś innym, istnieje tylko na sposób przyjmującego i nonsensem byłoby twierdzić inaczej[46]. Innymi słowy, formy zmysłowe, co do których istnieje wiele rozbieżnych poglądów, dane są w doświadczeniu, w substancjalnej przestrzeni przed i wokół obserwatora. Są one wyglądami rzeczy zlokalizowanymi w tych samych miejscach, co te ostatnie[47]. Dostrzegamy je na mocy zwielokrotnionego obrazu, który wypromieniowuje oko do środowiska, aż do przedmiotu widzianego[48].

Zatem, mimo że Bacon jest świadomy, że wśród uczonych zawsze pozostawało sporne to, czy obraz ten, czyli moc widzenia, a więc pro-

[44] Tamże, s. 485.
[45] Tamże, s. 449.
[46] Tamże, s. 441.
[47] Tamże, s. 467 i s. 473.
[48] Tamże, s. 448.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015

mienie optyczne wychodzą od oka aż do rzeczy widzianej, zajmuje tu zdecydowane stanowisko mniejszościowe, które można określić rodzajem realizmu bezpośredniego[49].

IV.

Czy realizm bezpośredni Bacona daje się utrzymać w kontekście rozwoju fizyki jako nauki specjalnej? Pomimo średniowiecznego wykształcenia scholastycznego i epoki, w której żył, podejście jego do problematyki percepcji wzroku z wykorzystaniem praw optyki geometrycznej jest nowoczesne. Zresztą, sam Thomas Kuhn przyznaje, że optyka geometryczna jest trwałym dorobkiem nauki. Teza Bacona, że mechanizm ciała lodowego oraz siatkówki skupia, a następnie odwraca i pomniejsza obraz rzeczy, w ten sam sposób, co kuliste zwierciadło wklęsłe, jest prawidłowa. Jeżeli mechanizm ten działa jak zwierciadło wklęsłe, to musi zwrotnie odbijać promienie padające od rzeczy w środowisko na mocy zwielokrotnienia obrazu, aż do przedmiotu widzianego. Mechanizm ten nie służy bynajmniej do nakładania się tzw. form zmysłowych w jeden obraz wewnątrz umysłu. Jednakże, do wyjaśnienia procesu widzenia, jego przebiegu, warunków i tego, jak i co się widzi, nie wystarczy wiedza z zakresu geometrii optycznej oraz fizjologii tkanek, z których zbudowany jest aparat oka.

Rzecz jasna, Bacon błędnie rozdzielał naturę barwy od światła, dlatego nie doszedł do konkluzji, że struktura światła nie jest jednorodna, choć wiedział jak przepuszczać światło białe przez pryzmat. Nie znał prędkości światła w próżni, ani zależności prędkości światła od ośrodka, w którym się rozchodzi. Nie wiedział też, że światło czerwone w przeźroczystym ośrodku materialnym rozchodzi się najszybciej i najmniej się załamuje, zaś najwolniej i najbardziej załamuje się światło fioletowe, stąd właśnie powstaje tęcza po rozszczepieniu światła białego. Te fakty jednak nie są najistotniejsze z punktu widzenia percepcji wzroku. Bacon wiedział natomiast, że na granicy dwóch różnych ośrodków o różnej gęstości światło ulega odbiciu i częściowemu załamaniu. Znał też przyczynę powstania cienia przedmiotu, na który pada światło. Prawo prostoliniowego rozchodzenia się światła powoduje też zaćmienie księżyca (księżyc znajduje się wtedy w cieniu Ziemi), a także zaćmienie słońca dla odpowiedniego obszaru na Ziemi (zaćmienie jest całkowite, gdy obszar ten znajduje się

[49] Tamże, s. 446–448.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015

w cieniu księżyca). Wreszcie znał on prawo odbicia światła: kąt padania światła i kąt odbicia są sobie równie, a także prawa tworzenia się obrazów na zwierciadłach płaskich i kulistych.

Przed powstaniem teorii kwantów, z doświadczeń nad interferencją światła rozproszonego jasno wynikało, że padające fale elektromagnetyczne powodują drgania elektronów, których częstotliwość jest równa częstotliwości padającego światła. Drgający elektron emituje falę kulistą o tej samej częstotliwości, co daje w rezultacie rozproszone światło[50]. Z tego względu uważano, iż światło ma naturę falową i rozszerzono geometryczny opis promieni światła na fizykalny.

Percepcja jest procesem poznawczym zachodzącym w układach biologicznych, do których stosują się prawa termodynamiki. Od co najmniej kilku dekad wiadomo, że receptory systemów zmysłowych dokonują transdukcji energii bodźców na sygnały elektryczne, które są nośnikami informacji w układzie nerwowym[51]. Żywą komórkę, jeżeli chodzi o rozkład jonowy, charakteryzuje ubóstwo jonów sodowych w porównaniu ze środowiskiem oraz obfitość jonów potasowych. Na tym zjawisku zbudowany jest cały proces wytwarzania impulsów nerwowych. Wnętrze komórki nerwowej w stosunku do ładunku jej powierzchni wykazuje potencjał ujemny około –70mV[52]. Gdy receptor sensoryczny (neuron bądź komórka znajdująca się w bliskim kontakcie z neuronem) ulega depolaryzacji, dochodzi do otwarcia kanałów jonów w błonie i zmniejszenia elektroujemnego potencjału elektrycznego błony komórkowej. Zostaje wtedy wytworzony potencjał receptorowy, a następnie seria potencjałów czynnościowych. W obrębie synaps, a dokładnie z pęcherzyków do szczeliny bywa okresowo wydzielana substancja chemiczna zdolna spowodować zmianę stanu błony (potencjału spoczynkowego), a tym samym i całej komórki. Substancje wydzielane w obrębie synaps nazywają się przekaźnikami (mediatorami). Jeśli synapsy wydzielają mediatory pobudzające, to błona staje się przepuszczalna dla jonów sodowych – zmniejsza się różnica potencjałów. Natomiast mediator hamujący zwiększa różnicę potencjałów, co skutkuje wzrostem szczelności błony – otrzymujemy zjawisko hiper-

[50] W. C. Heisenberg, *Fizyka i filozofia*, przekł. S. Amsterdamski, 1965, s. 9.

[51] E. P. Solomon, L. R. Berg, D. W. Martin, *Biologia wg VII wydania amerykańskiego*, red. naukowa: C. Jura, J. Godula, red. merytoryczna: A. Zduńska, M. Brodacki oraz zespół, MULTICO Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2007, s. 786 i s. 788–789.

[52] J. Strojnowski, *Psychologia fizjologiczna*, Redakcja Wydawnictw KUL, Lublin 1989, s. 67–69.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015

polaryzacji. Należny zauważyć, że stan spoczynku i stan pobudzenia komórki nerwowej są to zjawiska zasadniczo elektryczne, ale nie jest to przepływ elektryczności, a przesunięcie jonów, są to zjawiska elektrochemiczne. Pewne procesy chemiczne są warunkiem przemieszczania się jonów, ładunków elektrycznych związanych z tymi jonami, i co za tym idzie – są warunkiem powstania stanów polaryzacji czy depolaryzacji, plus pobudzenia, czyli potencjału iglicowego.

W wyniku badań nad widmem promieniowania cieplnego, które powstaje wskutek silnego ogrzewania próbki materii, oraz z wybijaniem elektronów z metalu pod wpływem promieni świetlnych, a także eksperymentów z rozpraszaniem promieni Roentgena, badacze doszli do przekonania, że energia może być pochłaniana i emitowana tylko kwantami, a więc w sposób nieciągły. Okazało się, że światło oraz inne formy materii mają korpuskularno-falową naturę i że od tej pory od fizyka wymaga się uwzględnienia warunków kwantowych do opisu cząstek elementarnych w atomie oraz zastąpienia równań ruchu Newtona, mechaniką macierzową (kwantową)[53].

Wiemy obecnie, że foton jest bozonem pola elektromagnetycznego, czyli nośnikiem oddziaływania elektromagnetycznego, którym oddziałują wszystkie cząstki mające ładunek elektryczny. Jest tu konieczne stwierdzenie, że na tej zasadzie odbywa się transdukcja biologiczna w przypadku działania systemu wzroku – przemiany energii światła w energię elektryczną. Obrazy świetlne przechodzące przez soczewkę oka ludzkiego ulegają załamaniu i odwróceniu, by jednocześnie rzutować na siatkówkę. Informacja optyczna idzie przez nerw wzrokowy, detektory cech, i dalej do tzw. kory projekcyjnej mózgu. Widzimy więc, że procesu widzenia nie da się wyjaśnić wyłącznie przez hipotezę działania oka jako zwierciadła wklęsłego, chociaż sam Bacon nigdy nie twierdził, że posiada pełną wiedzę na ten temat.

Zasadnicza trudność w obronie stanowiska realizmu bezpośredniego, opierającego się na prawach optyki geometrycznej, jest następująca. Fotony jako kwanty energii są pochłaniane przez nerw wzrokowy – na mocy czego zatem obraz na soczewce może się zwrotnie odbijać? Trudność tę można spróbować rozwiązać w następujący sposób. By fotony mogły przejść w impulsy elektryczne, najpierw musi ulec rozpadowi rodopsyna – substancja światłoczuła siatkówki. Reakcja fotochemiczna jest wolniejsza niż prędkość rozchodzenia się światła. Po drugie, obserwacja środowiska najczęściej ma charakter

[53] W. C. Heisenberg, *Fizyka...*, s. 5–11.

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015

procesu, składa się ze zdarzeń, nie stanowi zaś pojedynczego aktu. Obrazy rzeczy są wielokrotnie rzucane na siatkówkę i podlegają wielokrotnemu odbiciu. Padające światło może się zachowywać raz jak fala, raz jak kwant energii, lub jednocześnie tak i tak.

Dodatkowym świadectwem przemawiającym za tym, że siatkówka działa jak zwierciadło jest sytuacja, w której możemy przeglądać się w czyichś oczach jak w lustrze – widzimy w nich obraz swojej twarzy pomniejszony, ale jednak nieodwrócony. Jeżeli Bacon ma rację, to jednakże, przynajmniej jedna rzecz pozostaje zagadkowa – oko odbija zwrotnie obraz jak zwierciadło, ale przecież samo zwierciadło nie spostrzega. Od tego jest obserwator, jego zdolność do widzenia musi jakoś łączyć się, wypromieniowywanym obrazem z oka i sięgać aż do powierzchni przedmiotu.

ROGER BACON'S REALISM BASED ON THE STUDY OF PERSPECTIVE

Summary

Roger Bacon is one of the precursors of the empirical study of nature. His investigation of the laws of optics and the nature of light led him to original discoveries regarding perception. Using the rules of geometrical optics and known facts about the physiology of the lens of the eye and about the parts of the human brain, he attempted to justify how it is possible that we indeed perceive world as such, not just our ideas. I call his realism based upon geometrical optics a *direct realism* and explain why I believe this term to be adequate. In my paper I elaborate upon Bacon's way of thinking. In particular, I point out the basically true or false points of his justification and improve his theory of direct realism with reference to physical optics, the laws of thermodynamics, and the physical theory of quanta.

Michał Haraburda

© Copyright by Polska Akademia Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2015