



ISSN 2299-0356

**Filozoficzne Aspekty Genezy — 2021, t. 18**

*Philosophical Aspects of Origin*

s. 1–25



<https://doi.org/10.53763/fag.2021.18.4>

ARTYKUŁ ORYGINALNY / ORIGINAL ARTICLE

**Magdalena Łata** 

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie 

## Geneza wartości estetycznych w fizyce

Received: September 29, 2021. Accepted: October 23, 2021. Published online: March 2, 2022.

**Abstrakt:** W pracach z filozofii fizyki, historii nauki, w biografiiach i autobiografiach uczonych oraz w literaturze popularnonaukowej występują treści o charakterze estetycznym. Wartości estetyczne i kojarzone z nimi właściwości pełnią wielorakie funkcje we współczesnej fizyce, między innymi stanowią pozaempiryczne kryteria wyboru teorii naukowych. Najczęściej pojawiającymi się wartościami estetycznymi są kategorie piękna, elegancji i harmonii. Źródła połączenia nauki i estetyki odnajdziemy w starożytnej filozofii przyrody, a dokładnie w filozofii pitagorejczyków zasymilowanej przez Platona i Arystotelesa. Aspekty filozofii pitagorejskiej dotyczące odkryć w dziedziny akustyki i matematyki zostały połączone z wartościami estetycznymi za sprawą platońskiej triady dobro-piękno-prawda, zaś estetyka Arystotelesa związana z pitagorejskim porządkiem miary i proporcji w świecie wzmocniła to połączenie. W starożytnych poglądach pitagorejsko-platońskich odnajdziemy także przyczyny późniejszych przeszkód epistemologicznych, które uczeni łączyli z aspektami estetycznymi.

### Słowa kluczowe:

wartości estetyczne;  
piękno;  
harmonia;  
pitagorejczycy;  
Platon;  
Arystoteles;  
przeszkoda  
epistemologiczna

### The Genesis of Aesthetic Values in Physics

**Abstract:** In works on the philosophy of physics, the history of science, in biographies and autobiographies of scientists, and in popular science literature, there is aesthetic content. Aesthetic values and associated properties have multiple functions in modern physics including non-empirical criteria for selecting scientific theories. The most common aesthetic values are the categories of beauty, elegance and harmony. The sources of the connection between science and aesthetics can be found in the ancient philosophy of nature, particularly in the philosophy of the Pythagoreans, assim-

### Keywords:

aesthetic values;  
beauty;  
harmony;  
Pythagoreans;  
Plato;  
Aristotle;  
epistemological obstacle



ilated by Plato and Aristotle. The aspects of Pythagorean philosophy regarding the discoveries in acoustics and mathematics were linked to aesthetic values through the Platonic good-beauty-truth triad, while Aristotle's aesthetics of the Pythagorean order of measure and proportion in the world strengthened this connection. In the ancient Pythagorean-Platonic views we also find the causes of the later epistemological obstacles which scholars associated with aesthetic aspects.

## 1. Wstęp

W specjalistycznych artykułach z zakresu fizyki spotykamy treści dotyczące wyłącznie nauk ścisłych, jednak w pracach z filozofii fizyki, historii nauki, w biografiach i autobiografiach uczonych oraz w literaturze, filmach i wywiadach o charakterze popularnonaukowym<sup>1</sup> obserwujemy pojawianie się wartości estetycznych. Stosowanie terminologii z zakresu estetyki w fizyce wiąże się z szerokim spektrum funkcji, jakie pełnią, od wyrazu zachwytu nad badanym światem, dodatkowo wartościującego wzmocnienia opisywanego zjawiska, do pozaempirycznych kryteriów wyboru i oceny teorii naukowych.<sup>2</sup> Najczęściej pojawiającą się wartością estetyczną jest kategoria piękna, występują również kategorie elegancji i harmonii. Kategoria piękna jest wartością wieloznacznie rozumianą i możemy ją do-

<sup>1</sup> Por. James W. McALLISTER, *Beauty and Revolution in Science*, Cornell University Press, Ithaca — London 1996; Brian GREENE, *Piękno Wszechświata. Superstruny, ukryte wymiary i poszukiwanie teorii ostatecznej*, przeł. Ewa L. Łokas i Bogumił Bieniok, *Na Ścieżkach Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2001; Ian STEWART, *Dlaczego prawda jest piękna. O symetrii w matematyce i fizyce*, przeł. Tomasz Krzysztoń, *Na Ścieżkach Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2012; Giovanni VIGNALE, *The Beautiful Invisible: Creativity, Imagination, and Theoretical Physics*, Oxford University Press, Oxford 2011; Subrahmanyan CHANDRASEKHAR, *Prawda i piękno. Estetyka i motywacja w nauce*, przeł. Piotr Amsterdamski, *Klasycy Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1999; Fernando CORBALÁN, *Złota proporcja. Matematyczny język piękna*, przeł. Wiktor Bartol, *Świat Jest Matematyczny*, Wydawnictwo RBA 2012; Antonio J. DURÁN, *Poezja liczb. Znaczenie piękna w matematyce*, przeł. Anna Kozłowska, *Świat Jest Matematyczny*, Wydawnictwo RBA 2012; Graham FARMELO, *It Must Be Beautiful: Great Equations of Modern Science*, Granta Publications, London 2002; Bryan GAENSLER, *Potęga i piękno. Ekstremalne zjawiska w kosmosie*, przeł. Sebastian Szymański, *Wiedza i Życie — Orbity Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2013; Sabine HOSSENFELDER, *Zagubione w matematyce. Fizyka w pułapce piękna*, przeł. Tomasz Miller, Copernicus Center Press, Kraków 2019.

<sup>2</sup> Por. Andrzej ŁUKASIK i Magdalena ŁATA, „Wartości estetyczne jako pozaempiryczne kryteria akceptacji teorii naukowej”, w: Teresa PEKALA (red.), *Dystynkcje estetyczne — wyróżnienie i wykluczenie*, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2020, s. 187–208. Por. też Andrzej ŁUKASIK i Magdalena ŁATA, „Czy prawda jest zawsze piękna, czyli jak wartości estetyczne mogą stać się przeszkodą epistemologiczną”, *Filozofia i Nauka. Studia Filozoficzne i Interdyscyplinarne* 2020, t. 8, nr 2, s. 115–134.

określić za pomocą właściwości, które tym samym również nabierają konotacji estetycznych. Właściwościami wartościującymi estetycznie w fizyce są przede wszystkim prostota, porządek, symetria, spójność matematyczna, ale również te, które stanowią konsekwencję zastosowania danej teorii czy równania, takie jak: naturalność, nieuchronność, uniwersalność. W wypowiedziach fizyków wartości estetyczne pojawiają się w sposób spontaniczny i naturalny. Zaskakująca jest również zgodność pojmowania przez fizyków tego, co piękne i eleganckie.

Badanie zagadnienia aspektów estetycznych w fizyce odsłania kolejne warstwy znaczeniowe oraz konotacje filozoficzne. Badając historię fizyki i wypowiedzi jej przedstawicieli w czasach nowożytnych, natrafimy na trop prowadzący do źródeł powiązania estetyki i fizyki. Nie jest to jednak połączenie oczywiste, a korelacja między wartościami estetycznymi a nauką zachodziła stopniowo, na zasadzie łączenia w strukturę wzajemnych odniesień. Źródeł połączenia nauki i estetyki należy szukać w starożytności, w filozofii greckiej. Przyczyny są dwie: po pierwsze, wśród najwcześniejszych filozofów greckich piątego i czwartego wieku p.n.e. pojawiły się pytania i próby odpowiedzi na temat budowy świata, po drugie, kategorie estetyczne mają korzenie właśnie w filozofii starożytnych Greków.<sup>3</sup>

## 2. Filozofia pitagorejska

Pierwsze pytania o naturę rzeczywistości tradycyjnie przypisuje się jońskim filozofom przyrody, ale najgłębsze korzenie późniejszych związków estetyki i fizyki sięgają nauk pitagorejczyków.<sup>4</sup> Ze względu na to, że Pitagoras przekazywał wiedzę w formie ustnej tylko wtajemniczonym adeptom,<sup>5</sup> nie możemy rozpatrywać bezpośrednich korelacji między wartościami estetycznymi a wczesną filozofią pitagorejską. Zachowane do czasów nowożytnych poglądy pitagorejczyków stanowią mieszaninę, w której nie sposób jednoznacznie określić autorstwa poglądów. Składają się na nią: przekazy uczniów Pitagorasa spisane przez kolejne

<sup>3</sup> Por. Alicja KUCZYŃSKA, **Piękno. Mit i rzeczywistość**, Wiedza Powszechna, Warszawa 1977, s. 18–19.

<sup>4</sup> We współczesnym rozumieniu początek fizyki zwykle jest wiązany z pismami Galileusza i Newtona. W artykule niniejszym fizyka rozumiana jest szeroko i obejmuje filozofię przyrody, ponieważ pierwsi filozofowie zajmowali się przyrodą, *fizis*, i nazywani byli fizykami. Por. Jan LEGOWICZ, **Historia filozofii starożytnej Grecji i Rzymu**, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1986, s. 35.

<sup>5</sup> Por. Janina GAJDA, **Pitagorejczycy**, Wiedza Powszechna, Warszawa 1996, s. 9.

pokolenia pitagorejczyków, którzy mogli uzupełniać je własnymi poglądami, treści zasymilowane w dziełach Platona i odnotowane przez Arystotelesa znane mu poglądy pitagorejczyków. Ze względu na rolę, jaką odegrały poglądy Platona i Arystotelesa w historii filozofii, to głównie dzięki ich dziełom pitagoreizm można rozpatrywać jako źródło wartości estetycznych. Janina Gajda-Krynica we wstępie do **Żywotów Pitagorasa** zaznaczyła, że istnieje problem dotyczący pitagoreizmu w dwóch jego odsłonach nazwanych przez nią pitagoreizmem prawdziwym, związanym z badaniem struktury świata, jak i pitagoreizmem zmystyfikowanym, czyli takim, który związany był z narastającymi w czasie legendami na temat założyciela pierwszej szkoły filozoficznej, Pitagorasa.<sup>6</sup> Dlatego dla efektywnego odnalezienia genezy powiązania nauki i wartości estetycznych, należy z całokształtu nauk związanych z pitagoreizmem wyłonić to, co najistotniejsze dla badanego tematu z perspektywy wiedzy o późniejszych asymilacjach.

## 2.1. Wartości estetyczne u zarania nauki nowożytnej na przykładzie Kopernika

Uczni renesansu, badając strukturę rzeczywistości, znajdowali w pismach antycznych inspirujące poglądy naukowe. Jako przykład mogą posłużyć studia Kopernika w Bolonii i Padwie oraz lektury, które tam poznawał: **O niebie i świecie** Arystotelesa, a w nich fragmenty o ideach pitagorejskich, między innymi ten, że Ziemia jest ruchomą gwiazdą, a w środku Wszechświata płonie wieczny ogień;<sup>7</sup> **Timajos** Platona,<sup>8</sup> w którym odnalazł między innymi fragment o ruchu wirowym Ziemi;<sup>9</sup> **De sole et lumine** Marsiliusa Ficino; **Sen Scypiona** Cyserona,<sup>10</sup> gdzie po-

---

<sup>6</sup> Por. Janina GAJDA-KRYNICKA, „Wstęp”, w: PORFIRIUSZ, JAMBlich i ANONIM, **Żywoty Pitagorasa**, przeł. Janina Gajda-Krynica, Wydawnictwo Epsilon, Wrocław 1993, s. IX [I–XXI]. Por. też Arthur KOESTLER, **Lunacy. Historia zmiennych poglądów człowieka na wszechświat**, przeł. Tomasz Bieroń, Zysk i S-ka Wydawnictwo, Poznań 2002, s. 26–27.

<sup>7</sup> Por. Jerzy WASIUTYŃSKI, **Kopernik. Twórca nowego nieba**, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2008, s. 70. Por. też Mieczysław MARKOWSKI, „Doktrynalne tło przewrotu kopernikańskiego”, w: Marian KURDZIAŁKA, Jerzy REBETA i Stefan SWIEŻAWSKI (red.), **Mikołaj Kopernik. Studia i materiały sesji kopernikowskiej w KUL 18–19 lutego 1972 roku**, Wydawnictwo Towarzystwa Naukowego Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego, Lublin 1973, s. 20 [13–31].

<sup>8</sup> Por. WASIUTYŃSKI, **Kopernik...**, s. 51.

<sup>9</sup> Por. WASIUTYŃSKI, **Kopernik...**, s. 124.

<sup>10</sup> Por. WASIUTYŃSKI, **Kopernik...**, s. 72.



jawia się idea bliska heliocentryzmowi; traktat Censorina *De die natali* na temat astronomii starożytnej, z którego dowiedział się o poglądach Pitagorasa dotyczących „muzycznej budowy wszechświata”,<sup>11</sup> oraz dzieło encyklopedyczne Giorgia Valli *De Expendendis et fugiendis rebus*, z którego poznał ideę Filolaosa i Ekfantosa o ruchu Ziemi wokół ognia.<sup>12</sup> Kopernik otrzymał nawet miano „warmińskiego pitagorejczyka”.<sup>13</sup> W *De revolutionibus* powołuje się na list Lizysa do Hipparcha, argumentując utajenie wiedzy zalecane przez samego Pitagorasa, co zdradza, że astronom zapoznał się z tekstem źródłowym.<sup>14</sup>

Przykład znajomości i wykorzystywania przez Kopernika założeń pitagorejczyków nie jest jeszcze podstawą uznania poglądów starożytnych za przyczynę zaistnienia wartości estetycznych w fizyce, ale już wartości estetyczne, jakie astronom przywołuje, sugerują takie wnioski. Kopernik, posługując się kategorią piękną, pisał:

Spośród licznych i różnorodnych sztuk i nauk, budzących w nas zamięłowanie i będących dla umysłów ludzkich pokarmem, tym — według mego zdania — przede wszystkim poświęcać się należy i te z największym uprawiać zapałem, które obracają się w kręgu rzeczy *najpiękniejszych* i najbardziej godnych poznania. Takimi są nauki, które zajmują się cudownymi obrotami we wszechświecie i biegami gwiazd, ich rozmiarami i odległościami, ich wschodem i zachodem oraz przyczynami wszystkich innych zjawisk na niebie, a w końcu wyjaśniają cały układ świata. A cóż *piękniejszego* nad niebo, które przecież ogarnia wszystko, co *piękne*. Świadczą o tym już same nazwy takie jak: *caelum* i *mundus* [niebo i kula ziemską], z których ta [pierwsza] oznacza czystość i ozdobę, tamta [ta druga] dzieło rzeźbiarza. I wielu filozofów właśnie dla tej nadzwyczajnej *piękności* nieba wprost ją nazywało widzialnym bóstwem.<sup>15</sup>

Dalszy tekst ujawnia powiązanie tego, co określane jako piękne, z symetrią, porządkiem, harmonią, które pełnią ważną rolę w poglądach pitagorejskich. Astronom pisał:

<sup>11</sup> WASIUTYŃSKI, *Kopernik...*, s. 123.

<sup>12</sup> Por. WASIUTYŃSKI, *Kopernik...*, s. 172.

<sup>13</sup> WASIUTYŃSKI, *Kopernik...*, s. 150.

<sup>14</sup> Por. GAJDA, *Pitagorejczycy...*, s. 51. Por. też Mikołaj KOPERNIK, *O obrotach ciał niebieskich i inne pisma*, przeł. Ludwik Antoni Birkenmajer, *Arcydzieła Wielkich Myślicieli*, Ediciones Altaya Polska & DeAgostini Polska, Warszawa 2001, s. 24. Por. też WASIUTYŃSKI, *Kopernik...*, s. 150.

<sup>15</sup> Mikołaj KOPERNIK, *O obrotach. Dzieła wszystkie*, t. 2, red. Jerzy Dobrzycki, PAN, Warszawa — Kraków 1976, s. 7 [wyróżnienia dodane].

A że to i tamto rozum nasz odrzuca [ruch niejednostajny] i ponieważ byłoby rzeczą niestosowną coś podobnego przyznawać ciałom zachowującym *najlepszy porządek* [...].<sup>16</sup>

Nic zaś *porządkowi*, całości i układowi świata tyle się nie sprzeciwia [...].<sup>17</sup>

O wszystkim tym poucza nas prawo kolejności, według której ciała niebieskie po sobie następują oraz *harmonia* całego świata, bylebyśmy na to pilnie uwagę zwrócili.<sup>18</sup>

Nie zdołali [matematycy] też na owej podstawie wynaleźć rzeczy głównej, jaka jest postać świata, ani też rozpoznać *symetrii jego części składowych*.<sup>19</sup>

W takim rozmieszczeniu ciał niebieskich dostrzegamy zadziwiającą *symetrię* świata, jako też pewien *harmonijny* związek pomiędzy ruchem planet a rozmiarami ich dróg, jakiego w inny sposób nie można by znaleźć.<sup>20</sup>

Teraz zwracamy się do ruchów pięciu planet, których kolejność jako też rozmiary dróg, ruchomość Ziemi spaja osobliwą *zgodnością* i stałą *symetrią* [...].<sup>21</sup>

Poglądy Kopernika warto porównać z fragmentem dzieła pochodzącego ze **Zbioru dogmatów pitagorejskich** autorstwa Jamblicha, neoplatonika żyjącego na przełomie trzeciego i czwartego wieku:

Najczystszy zaś to ten rodzaj ludzi, który oddaje się kontemplacji tego, co *najpiękniejsze* i nazywa się filozofami. *Piękny* jest więc widok całego nieba i poruszających się po nim gwiazd, jeśli ktoś potrafi dostrzec ich *porządek*; a *piękne* jest to wszystko przez uczestniczenie w tym, co pierwsze i postrzegalne umysłem. Pierwsza jest zaś dla Pitagorasa natura liczb i stosunków liczbowych, ogarniająca całość rzeczywistości, zgodnie z nimi bowiem wszechświat jest mądrze zbudowany i prawidłowo *uporządkowany*: mądrość zaś jest wiedzą o tym, co *piękne* i pierwsze, boskie i niezniszczalne, zawsze takie samo i podlegające temu samemu *porządkowi*, w którym uczestniczenie sprawia, że i inne rzeczy można nazywać *pięknymi* [...].<sup>22</sup>

Powyższy fragment świadczy o tym, że w czasach Kopernika połączenie wartości estetycznych z postawą badawczą było już ugruntowane. Nie należy jednak

<sup>16</sup> KOPERNIK, *O obrotach...*, s. 42 [wyróżnienia dodane].

<sup>17</sup> KOPERNIK, *O obrotach...*, s. 55 [wyróżnienia dodane].

<sup>18</sup> KOPERNIK, *O obrotach ciał niebieskich...*, s. 58 [wyróżnienia dodane].

<sup>19</sup> KOPERNIK, *O obrotach ciał niebieskich...*, s. 27 [wyróżnienia dodane].

<sup>20</sup> KOPERNIK, *O obrotach ciał niebieskich...*, s. 66 [wyróżnienia dodane].

<sup>21</sup> KOPERNIK, *O obrotach ciał niebieskich...*, s. 92 [wyróżnienia dodane].

<sup>22</sup> PORFIRIUSZ, JAMBlich i ANONIM, *Żywoty...*, s. 46 [wyróżnienia dodane].



zapominać, że Jamblich wpisywał się w wielowiekowy nurt prób rekonstrukcji i syntezy, a czasem mistyfikacji filozofii pitagorejskiej,<sup>23</sup> bowiem według tradycyjnych przekazów Pitagoras nie pozostawił po sobie żadnych pism,<sup>24</sup> a pierwszym pitagorejczykiem, który spisał wiedzę tajemną, był Filolaos żyjący w czwartym wieku p.n.e.,<sup>25</sup> którą podobno znał Platon i na niej wzorował **Timajosa**.<sup>26</sup> Zatem wyraźne połączenie u Jamblicha wartości estetycznych z naukowym podejściem do świata musiało być wynikiem wcześniejszej korelacji między tymi wartościami a pojmowaniem rzeczywistości. Żeby zrozumieć, jak doszło do takiego zespolenia, należy przyrzeć się odkryciom samych pitagorejczyków, a następnie obecności ich poglądów w dziełach Platona i Arystotelesa.

## 2.2. Pitagoreizm naukowy

W poszukiwaniu źródeł połączenia wartości estetycznych z fizyką należy odwołać się do założeń prawdziwego pitagoreizmu, a dokładnie do koncepcji liczby jako *arché* budowy kosmosu, stosunków liczbowych odnajdywanych w muzyce i matematyce, pomijając przy tym kwestie zasad obowiązujących w tym ugrupowaniu o charakterze religijno-kulturalnym oraz aspektów dotyczących duszy świata i człowieka, reinkarnacji i tym podobnych. Nie oznacza to, że kwestie metafizyczne nie miały wpływu na wzmocnienie odnajdywanych przez uczonych wartości estetycznych, wręcz przeciwnie, ale nie leżały u podstaw ich ukonstytuowania: w badaniach rzeczywistości podstawę stanowi odpowiednia struktura teorii lub równania, odwołująca się do określonego aspektu świata realnego, związki metafizyczne miały charakter wtórny.

Najważniejsze dla późniejszego ukonstytuowania się wartości estetycznych w naukach przyrodniczych są odkrycia pitagorejczyków dotyczące zależności liczbowych dostrzeganych w świecie. Odmienne od milezyjskich filozofów przyrody, którzy pierwsi zastanawiali się nad zasadą kształtującą Wszechświat, pitagorej-

<sup>23</sup> Por. DIOGENES LAERTIOS, **Żywoty i poglądy słynnych filozofów**, przeł. Irena Krońska, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1988, VIII 7 85.

<sup>24</sup> Co prawda, Diogenes Laertios uważa, że to żart, że Pitagoras nie pozostawił po sobie pism, i nawet wymienia kilka dzieł na podstawie zebranych przekazów, między innymi **O naturze, O wszechświecie** (por. DIOGENES LAERTIOS, **Żywoty...**, VIII 1 6–7), ale badający temat uważają brak dzieł za możliwe (por. GAJDA, **Pitagorejczycy...**, s. 46).

<sup>25</sup> Por. GAJDA, **Pitagorejczycy...**, s. 9.

<sup>26</sup> Por. DIOGENES LAERTIOS, **Żywoty...**, VIII 1 25.

czycy nie utożsamiali przasady z ogniem, wodą czy powietrzem: dla nich *arché* była liczba.<sup>27</sup> Głosili taki pogląd, ponieważ zwracali uwagę nie na poszczególne elementy świata, ale na panujące w przyrodzie uporządkowane stosunki między tymi elementami.<sup>28</sup> I choć zachowały się domniemane słowa Pitagorasa, że człowiek żyje, by oglądać niebo i oddawać się poznawaniu świata,<sup>29</sup> motywacje bractwa pitagorejskiego miały bardziej pragmatyczny charakter: chodziło o poznanie świata, żeby móc sprawować władzę i przełożyć odnajdywany porządek świata przyrody na normy struktury społecznej;<sup>30</sup> [...] zależało im na ustaleniu norm-porządku kosmosu i na zdobyciu wiedzy o stosunkach i odniesieniach między rzeczami, między rzeczami, a w konsekwencji między ludźmi”.<sup>31</sup> Zajmowali się „fizyką” rozumianą jako badanie natury rzeczywistości, czyli według starożytnych — filozofią.<sup>32</sup> Posłużyli się w tym celu matematyką, niemniej pitagorejczycy wychodzili od filozofii przyrody, a dopiero później przekładali swoje odkrycia na świat innych doktryn głoszonych w bractwie.<sup>33</sup>

### 2.2.1. Harmonia muzyczna

Naukowe aspekty filozofii pitagorejskiej dotyczyły odkryć w dziedzinie akustyki i matematyki, których wynikiem było uznanie liczby za przasadę.<sup>34</sup> Muzyka miała duże znaczenie dla koła pitagorejskiego ze względu na strukturę związku powiązaną z mistycznym orfizmem, do którego nawiązywali również w poglądach dotyczących duszy oraz zasad moralnych panujących w bractwie.<sup>35</sup> Podobnie jak orficy, wierzyli, że muzyka, obok milczenia i studiowania matematyki, ma moc

<sup>27</sup> Por. GAJDA, *Pitagorejczycy...*, s. 77-78.

<sup>28</sup> Por. GAJDA, *Pitagorejczycy...*, s. 78. Por. też LEGOWICZ, *Historia filozofii...*, s. 35.

<sup>29</sup> Por. ARYSTOTELES, *Metafizyka*, przeł. Kazimierz Leśniak, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1990, I 985b. Por. też GAJDA, *Pitagorejczycy...*, s. 78.

<sup>30</sup> Por. LEGOWICZ, *Historia filozofii...*, s. 35.

<sup>31</sup> LEGOWICZ, *Historia filozofii...*, s. 35.

<sup>32</sup> Por. GAJDA, *Pitagorejczycy...*, s. 66.

<sup>33</sup> Por. LEGOWICZ, *Historia filozofii...*, s. 35.

<sup>34</sup> Por. Władysław TATARKIEWICZ, *Historia filozofii. Filozofia starożytna i średniowieczna*, t. I, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, s. 60.

<sup>35</sup> Por. GAJDA, *Pitagorejczycy...*, s. 84, 86-91.

oczyszczającą duszę.<sup>36</sup> Pitagorejczycy zbadali zależności pomiędzy poszczególnymi interwałami i odnaleźli w nich stosunki liczbowe. Za pomocą monochordu, instrumentu o jednej strunie umieszczonej nad rezonatorem z podziałką, odkryli, że wysokość dźwięku jest proporcjonalna do długości drgającej struny,<sup>37</sup> a proporcje liczbowe odpowiadają za powstanie czystych interwałów muzycznych, tworząc tym samym system dźwięków nazwany kwintowym.<sup>38</sup> Jednakowo napiętą strunę monochordu podzielono na 2, 3 i 4 równe części, czyli na oktawę (1/2), kwintę (2/3) i kwartę (3/4), stosunki te uzyskano, zmieniając długość drgającej części struny.<sup>39</sup> Odkrycie, które początkowo miało charakter techniczny, zyskało miano harmonii muzycznej, jednak podobno już Pitagoras harmonię (od greckiego czasownika *harmodzo* — łączyć w odpowiedni sposób, stosować się do siebie<sup>40</sup>) rozumiał jako symetrię, proporcję, odpowiedni stosunek części do całości, harmonię dostrzeganą w strukturze całego Wszechświata, który dzięki niej był kosmosem, czyli łaodem.<sup>41</sup>

Harmonia wyjaśniona stosunkiem liczbowym zależna była od *arché* — liczby.<sup>42</sup> Gajda uważa, że właśnie u pitagorejczyków odnajdziemy pierwszy model myślenia indukcyjnego.<sup>43</sup> Frederick Copleston zaś mówi o entuzjastycznym odnajdywaniu liczby jako elementu odpowiedzialnego za własności rzeczy i, można by rzec *a priori*, dopasowanie zasad liczbowych do wszystkich zależności istniejących w świecie.<sup>44</sup> Podobno Filolaos swoją księgę **O przyrodzie** rozpoczynał następująco:

Przyroda powstała z harmonijnego uporządkowania tego, co nieograniczone, i tego,

---

<sup>36</sup> Por. Frederick Copleston, **Historia filozofii. Grecja i Rzym**, t. I, przeł. Henryk Bednarek, Instytut Wydawniczy PAX, Warszawa 1998, s. 36.

<sup>37</sup> Por. Gajda, **Pitagorejczycy...**, s. 80–81. Por. też Diogenes Laertios, **Żywoty...**, VIII 1 12.

<sup>38</sup> Por. Gajda, **Pitagorejczycy...**, s. 81.

<sup>39</sup> Por. Gajda, **Pitagorejczycy...**, s. 81. Por. też Adam Krokiewicz, **Zarys filozofii greckiej. Od Talesa do Platona**, Instytut Wydawniczy PAX, Warszawa 1971, s. 96.

<sup>40</sup> Por. Gajda, **Pitagorejczycy...**, s. 80.

<sup>41</sup> Por. Gajda, **Pitagorejczycy...**, s. 80–81. Por. też Copleston, **Historia filozofii...**, s. 38; Diogenes Laertios, **Żywoty...**, VIII 7 85.

<sup>42</sup> Por. Tatarkiewicz, **Historia filozofii...**, s. 60.

<sup>43</sup> Por. Gajda, **Pitagorejczycy...**, s. 85.

<sup>44</sup> Por. Copleston, **Historia filozofii...**, s. 38.

co ograniczające, i to tak samo, jak cały wszechświat i wszystko, co jest w nim.<sup>45</sup>

Należy podkreślić, że zasady harmonii zostały wywiedzione z doznań typowo zmysłowych, z dźwięków miło współbrzmiących dla ucha, które to doznania współcześnie nazwalibyśmy przeżyciem natury estetycznej. Czy odkrycie harmonii związane z „głębokim przeżyciem osobistym”<sup>46</sup> miało charakter obiektywny czy subiektywny? Wydawać harmonijne dźwięki mogły tylko instrumenty właściwie zbudowane i nastrojone,<sup>47</sup> a zatem czystość dźwięku zależała od subiektywnego doznania twórcy instrumentu, jednak z drugiej strony harmonia muzyczna musiała być pozytywnie i zgodnie oceniana przez grupę osób. Jan Legowicz twierdzi, że „pitagorejczycy obiektywno-racjonalne dociekania przenieśli [...] w sferę racjonalnego mitu”,<sup>48</sup> może w ślad za tym doznania natury zmysłowej ze względu na zgodności liczbowe również zostały zrationalizowane i uznane za przyjemne w sposób wtórny.<sup>49</sup> Niezależnie od procesu uznania wartości harmonii odegrała ona ogromną rolę w kształtowaniu się zabarwionych estetycznie teorii dotyczących rzeczywistości, a zwłaszcza kosmologii. Pitagorejczycy bowiem mówili o harmonii sfer i przypisywali ciałom niebieskim wytwarzanie dźwięków, których nie słyszymy bądź dlatego, że są dla ludzi zwyczajne od urodzenia i przez to nierozpoznawalne, bądź z powodu nieprzystosowania ludzkiego aparatu słuchowego.<sup>50</sup> Również jako pierwsi próbowali zastosować stosunki liczbowe do wzajemnych odległości planet,<sup>51</sup> która to idea z tak dużą mocą zawładnęła wieki później wyobraźnią Johanna Keplera, który koniecznie chciał dokończyć dzieło starożytnych, opisywał harmonię sfer i wierzył w nią pomimo niezgodności w obserwowanych trajektoriach planet.<sup>52</sup>

<sup>45</sup> DIOGENES LAERTIOS, *Żywoty...*, VIII 1 85.

<sup>46</sup> KROKIEWICZ, *Zarys filozofii greckiej...*, s. 97.

<sup>47</sup> Por. GAJDA, *Pitagorejczycy...*, s. 81.

<sup>48</sup> LEGOWICZ, *Historia filozofii...*, s. 42.

<sup>49</sup> Por. KOESTLER, *Lunatycy...*, s. 29.

<sup>50</sup> Por. ARYSTOTELES, *O niebie*, przeł. Paweł Siwek, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1990, 291a. Por. też KOESTLER, *Lunatycy...*, s. 32–33.

<sup>51</sup> Por. GAJDA, *Pitagorejczycy...*, s. 81.

<sup>52</sup> Por. Johannes KEPLER, *Tajemnica kosmosu*, przeł. Mirosława Skrzypczak i Elżbieta Zakrzewska-Gębka, *Arcydzieła Wielkich Myślicieli*, Ediciones Altaya Polska & DeAgostini Polska, Warszawa 2003. Por. też Jerzy KIERUL, *Kepler*, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa 2007, s. 412–415.



### 2.2.2. Odkrycia matematyczne

Nie byłoby możliwe znalezienie analogii między harmonią muzyczną a harmonią kosmosu, gdyby nie badania matematyczne związku pitagorejskiego, w których poszukiwano zasad matematycznych.<sup>53</sup> Arystoteles pisał, że pitagorejczycy jako pierwsi zajęli się matematyką i wpłynęli na jej rozwój.<sup>54</sup> Matematyka pitagorejska miała charakter arytmetyczno-geometryczny, bowiem rozważania arytmetyczne ilustrowane były figurami geometrycznymi.<sup>55</sup> Do ich osiągnięć geometrycznych należą określenie sumy kątów w trójkącie oraz twierdzenie Pitagorasa, starali się również zgłębiać zasady konstrukcji paraboli, hiperboli i elipsy.<sup>56</sup> Badania zależności geometrycznych już w piątym wieku p.n.e. wykorzystano w architekturze i rzeźbie greckiej, co trwale wpłynęło na sztuki plastyczne, w których stosowano przez stulecia teorię proporcji i symetrii.<sup>57</sup> Tym samym w starożytnej Grecji pojawiły się dwa określenia, które w późniejszych czasach zastąpiła kategoria piękna: zestrojenie muzyczne, czyli harmonia, oraz współmierność w sztukach plastycznych, czyli symetria.<sup>58</sup> Co interesujące, według Władysława Tatarkiewicza zapomniane starogreckie terminy nie pojawiły się ponownie w epoce nowożytnej w teorii sztuki, ale zostały przywołane właśnie przez Kopernika.<sup>59</sup>

W kontekście arytmetyki pitagorejczycy zajmowali się głównie klasyfikacją liczb,<sup>60</sup> przy czym łączyli uporządkowanie liczb z zasadami ontologicznymi, ponieważ sądzili, że każda struktura ożywiona i nieożywiona jest jej właściwym i indywidualnym układem stosunków liczbowych.<sup>61</sup> Diogenes Laertios pisał, że Pitagoras uważał, że początkiem wszechrzeczy jest jedno, czyli monada, z której powstaje nieograniczona dwójka, czyli dyada, z nich powstają liczby, z liczb punkty,

<sup>53</sup> Por. KROKIEWICZ, *Zarys filozofii greckiej...*, s. 97.

<sup>54</sup> Por. ARYSTOTELES, *Metafizyka...*, I 985b.

<sup>55</sup> Por. KROKIEWICZ, *Zarys filozofii greckiej...*, s. 99.

<sup>56</sup> Por. TATARKIEWICZ, *Historia filozofii...*, s. 60. Por. też DIOGENES LAERTIOS, *Żywoty...*, VIII 1 12.

<sup>57</sup> Por. LEGOWICZ, *Historia filozofii...*, s. 43.

<sup>58</sup> Por. Władysław TATARKIEWICZ, *Dzieje sześciu pojęć. Sztuka, piękno, forma, twórczość, od-twórczość, przeżycie estetyczne*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1982, s. 137.

<sup>59</sup> Por. TATARKIEWICZ, *Dzieje sześciu pojęć...*, s. 137.

<sup>60</sup> Por. TATARKIEWICZ, *Historia filozofii...*, s. 60.

<sup>61</sup> Por. LEGOWICZ, *Historia filozofii...*, s. 35–36.

z punktów linii, z linii płaszczyzny, a z płaszczyzn bryły, z których zbudowany jest świat rozpoznawany zmysłami, składający się z żywiołów.<sup>62</sup> Przestrzenne traktowanie liczb przyczyniło się do uznania liczb parzystych za nieskończone (ze względu na możliwość tworzenia nieskończonej liczby kwadratów),<sup>63</sup> a liczb nieparzystych za skończone.<sup>64</sup> Liczby nieparzyste i parzyste stanowią przeciwieństwo, które łączy się w harmonii.<sup>65</sup> W toku ewolucji myśli pitagorejskiej, na podstawie tego podziału liczb, określono własności rzeczy, po dziesięć dla każdej grupy liczb:

|             |   |                         |
|-------------|---|-------------------------|
| skończone   | — | nieskończone            |
| nieparzyste | — | parzyste                |
| jedno       | — | wiele                   |
| prawe       | — | lewe                    |
| męskie      | — | żeńskie                 |
| nieruchome  | — | ruchome                 |
| proste      | — | krzywe                  |
| światło     | — | ciemność                |
| dobro       | — | zło                     |
| kwadrat     | — | prostokąt <sup>66</sup> |

W tych poglądach jest kilka aspektów istotnych dla tego, co w późniejszej fizyce będzie uważane za estetyczne lub nieestetyczne. Skojarzono, że własności rzeczy, które są przypisane do liczb nieparzystych, są bardziej pożądane w wynikach naukowych, zwłaszcza zaś obecność dobra. To połączenie zyskało na znaczeniu w postaci rozpowszechnionych poglądów Platona i wzmacniania ich w triadzie dobro-piękno-prawda.<sup>67</sup> Istotne jest też znaczenie, jakie nadano monadzie, jedne-

<sup>62</sup> Por. DIOGENES LAERTIOS, *Żywoty...*, VIII 1 25.

<sup>63</sup> Por. KOESTLER, *Lunatycy...*, s. 30.

<sup>64</sup> Por. Por. LEGOWICZ, *Historia filozofii...*, s. 36.

<sup>65</sup> Por. LEGOWICZ, *Historia filozofii...*, s. 36–37.

<sup>66</sup> Por. LEGOWICZ, *Historia filozofii...*, s. 36.

<sup>67</sup> Por. TATARKIEWICZ, *Dzieje sześciu pojęć...*, s. 12.



mu, które staje się jednością opisującą świat: skoro kosmos jest jednością, teorie i prawa opisujące jego strukturę też muszą być ujednolicone, uniwersalne, powszechne i obejmujące całość świata. Takie struktury matematyczne miały i mają w fizyce walory estetyczne. Jan Legowicz o tym aspekcie poglądów pitagorejczyków pisał:

W ostatecznym wyniku wszystko sprowadza się do czegoś *Jednego* w swym stabilnym porządku skończonego, czyli doskonałego, nieparzystego, nieruchomego, prostego i dobrego, którego przeciwieństwem jest wielość, wszystko, co zmienne, lewe, żeńskie, krzywe, złe. Dlatego *Jedno* — to bóstwo i ład, wielość zaś pozostaje własnością *antybóstwa*, treścią i zakresem bezładu. Bóstwo jest najwyższą monadą wolną od wszelkich przeciwieństw, absolutną *Jednią*.<sup>68</sup>

### 3. Platon

Ogromną rolę w powszechnym utrwaleniu powyższych poglądów pitagorejskich o własnościach świata wywarły dialogi Platona, zwłaszcza **Timajos**, jeden z ostatnich dialogów w jego dorobku. Mówimy o zasymilowaniu poglądów, ponieważ o samych pitagorejczykach Platon wspomina stosunkowo rzadko,<sup>69</sup> za to przytacza je i rozwija we własnej myśli filozoficznej. Platon nawiązuje do jedności, która obejmuje wielość zjawisk świata, uporządkowania świata za pomocą odpowiednich stosunków liczbowych, rozważając początki powstania świata i jego struktury:

Dlatego to z tych, i to takich czterech pierwiastków utworzone zostało ciało wszechświata — zgodne wewnętrznie dzięki podobieństwu stosunków. Stąd się w nim przyjaźń znalazła, dlatego zrobiło się jednorodne i nie rozłoży go nic, jak tylko ten, który je związał.<sup>70</sup>

Jeśli chodzi o stosunki ilościowe [brył jako elementów budowy wszechświata — M.Ł.], o ruchy i inne siły, to wszystko bóg, o ile tylko jego woli i perswazji ustępowała dobrowolnie natura konieczności, wykończył dokładnie i doskonale, i zestroił z sensem.<sup>71</sup>

Więc, jak się na początku powiedziało, porządku w tym nie było, zatem bóg wszczepił w każdy żywioł proporcjonalność w stosunek każdego z nich do samego siebie i w ich

<sup>68</sup> LEGOWICZ, **Historia filozofii...**, s. 37 [wyróżnienia w oryginale].

<sup>69</sup> Por. GAJDA, **Pitagorejczycy...**, s. 26.

<sup>70</sup> PLATON, **Timajos**, przeł. Władysław Witwicki, Wydawnictwo Antyk, Kęty 2005, 32c.

<sup>71</sup> PLATON, **Timajos...**, 56c.

stosunki wzajemne, o ile to tylko było możliwe, żeby któryś żywioł był proporcjonalny i współmierny z innymi. [...] Wszystko to naprzód uporządkował, a potem z nich zestawiał wszechświat — w jedną istotę żywą, zawierając w sobie wszystkie istoty żywe, śmiertelne i nieśmiertelne.<sup>72</sup>

Przedtem to wszystko było nagromadzone bez jakiegoś sensu i miary. A kiedy świat zaczął się *porządkować*, wtedy naprzód ogień i ziemia, i powietrze, i woda miały jakieś swoje ślady, ale były rozrzucone na wszystkie strony, jak wszystko to, przy czym nie ma boga. Tak i z nimi było, więc bóg nadał im wtedy różne postacie i *liczby*.<sup>73</sup>

Najważniejsze dla genezy występowania wartości estetycznych w fizyce jest bezpośrednie połączenie przez Platona kategorii piękna z właściwościami świata materialnego. W **Timajosie** czyni to wielokrotnie, jednocześnie dokonując tego, czego dokonywali i dokonują późniejsi uczeni: zestawia kategorie estetyczne z kategoriami pozaestetycznymi:

Jeśli wykonawca czegokolwiek patrzy wciąż na to, co jest niezmiennie i jakimś takim się posługuje wzorem, kiedy jego postać i zdolność wykonywa, wtedy koniecznie wszystko wychodzi *skończone i piękne*.<sup>74</sup>

Jeżeli *piękny* jest ten świat, a wykonawca *dobry*, to jasna rzecz, że patrzył na wzór *wieczny*. [...] Bo świat jest *najpiękniejszy* spośród zrodzonych, a wykonawca jego *najlepszy* jest ze sprawców.<sup>75</sup>

Bóg chciał, żeby wszystko było *dobrze*, a lichego, żeby nie było nic, więc wziął wszechświat cały widzialny, który nie miał spokoju, tylko się poruszał byle jak i bez porządku, wyprowadził go z chaosu i doprowadził do *ładu*, uważając, że to ze wszech miar lepsze niż tamto. Nie było racji i nie ma, żeby ktoś *najlepszy* robił coś innego, jak tylko to, co *najpiękniejsze*. Obrachował więc sobie i znalazł, że spośród rzeczy z natury swej widzialnych żadne dzieło nierozumne nie będzie nigdy jako całość *piękniejsze* od dzieła *rozumnego* jako *całości*, a nie może mieć rozum nic, co nie ma duszy. Zważywszy to sobie, złożył rozum w duszy, duszę w ciele i w ten sposób wszystko zmaistrował, aby wszechświat był jak *najpiękniejszy* w swej naturze.<sup>76</sup>

Bóg chciał jak najbardziej upodobnić świat do *najpiękniejszego* z przedmiotów myśli i ze wszech miar *najdoskonalszego*, więc robił go jedną istotą żywą, widzialną, która

<sup>72</sup> PLATON, **Timajos...**, 69bc.

<sup>73</sup> PLATON, **Timajos...**, 53b [wyróżnienia dodane].

<sup>74</sup> PLATON, **Timajos...**, 28b [wyróżnienia dodane].

<sup>75</sup> PLATON, **Timajos...**, 29a [wyróżnienia dodane].

<sup>76</sup> PLATON, **Timajos...**, 30ab [wyróżnienia dodane].



zawiera w sobie wszystkie istoty żywe, spokrewnione z nią co do natury.<sup>77</sup>

Musi być między nimi [między ogniem i ziemią — M.Ł.] jakiś łącznik wiążący. A *najpiękniejszy* łącznik taki, który jak najbardziej *jedność* stanowi wraz ze składnikami. Najpiękniej potrafi tego dokazać *proporcja*.<sup>78</sup>

Otóż to wszystko wtedy wyposażone w te cechy naturalne z konieczności, przyjął wykonawca tego, co *najpiękniejsze* i *najlepsze* w zdarzeniach, kiedy rodził tego samowystarczalnego i najdoskonalszego boga [...].<sup>79</sup>

Śmiertelne i nieśmiertelne istoty żywe ma w sobie i jest nim napełniony ten świat, istota żywa, widzialna, widzialne rzeczy obejmująca, obraz swojego twórcy, bóg dostrzegalny zmysłami, *największy* i *najlepszy*, i *najpiękniejszy*, i *doskonały* — stał się ten *jeden* świat i jest *jednorodzony*.<sup>80</sup>

Świat według Platona zawiera w sobie pitagorejski porządek, jest ładem stworzonym z równoważnych stosunków czterech żywiołów, opiera się na odpowiednich proporcjach części do całości, tworzących *jedność*, która jest doskonała, najlepsza i — co najważniejsze — piękna. Wszechświat jest wieczny i dobry, ponieważ według Platona stworzony został według wiecznego wzorca, idei wieczności i dobra. Należy zwrócić uwagę na powiązanie pitagorejskich dychotomii własności rzeczy i wybór Platona własności przysługujących doskonałemu i jednemu światu. Poprzez zestawienie dodatnio nacechowanych własności świata z kategorią piękna Platon ukonstytuował ich połączenie, jak również potrzebę poszukiwania takich właściwości jak porządek, zależności proporcjonalne, stałość, *jedność* w badaniach nad rzeczywistością: wtedy dopiero odkryty obraz świata zyska miano doskonałego, najświeźszego i najlepszego. Legowicz pisał, że przeżywanie piękna u Platona należy rozumieć jako „intelektualne przeżywanie prawdy i umysłowe widzenie dobra”,<sup>81</sup> jako poszukiwanie harmonii nawet nieadekwatnej do faktów.<sup>82</sup>

Poglądy Platona dotyczące tego, co piękne w świecie, dotyczą również elementarnych składników budowy Wszechświata. Według filozofa najmniejszymi

<sup>77</sup> PLATON, *Timajos...*, 30d [wyróżnienia dodane].

<sup>78</sup> PLATON, *Timajos...*, 31c [wyróżnienia dodane].

<sup>79</sup> PLATON, *Timajos...*, 68e [wyróżnienia dodane].

<sup>80</sup> PLATON, *Timajos...*, 92b [wyróżnienia dodane].

<sup>81</sup> LEGOWICZ, *Historia filozofii...*, s. 185–186.

<sup>82</sup> Por. LEGOWICZ, *Historia filozofii...*, s. 186.

elementami, zwanymi elementami matematycznymi, miałyby być dwa rodzaje trójkątów prostokątnych — trójkąt równoramienny i trójkąt stanowiący połowę trójkąta równobocznego. To one miały być budulcem brył geometrycznych, wielościanów foremnych i determinować ich przynależność do czterech żywiołów, a różnice między elementami ziemi, wody, powietrza i ognia miały sprowadzać się do różnych geometrycznych symetrii.<sup>83</sup> Trójkąty te zostały wybrane ze względów estetycznych:

Więc trzeba powiedzieć, jakie by to mogły być cztery *najpiękniejsze* ciała, niepodobne do siebie nawzajem, ale takie, żeby przez rozkład jednego mogło powstać inne. [...] Więc trzeba się starać zestawić i dopasować do siebie cztery rodzaje ciał osobiłowej *piękności* [...] trzeba z tej nieskończonej ilości wybrać trójkąt *najpiękniejszy*.<sup>84</sup>

Pitagorejczycy jako pierwsi uznali, że Ziemia ma kształt kulisty, Platon i Arystoteles zrationalizowali ten pogląd, kierując się doskonałością bryły, jaką jest kula, oraz doskonałością figury, jaką jest koło. Platon pisał:

Dla tej istoty żywej [świata — M.Ł.], który miał w sobie zawierać wszystkie istoty żywe odpowiadałby kształt, który by sobą obejmował wszystkie inne kształty. Zatem zatoczył bóg świat na okrągło, w postaci kuli, on się w każdym kierunku ciągnie równie daleko od środka aż do krańców. To kształt *najdoskonalszy* ze wszystkich, najzupełniej wszędzie do siebie podobny. Uważał, że taki kształt jednostajny jest bez porównania *piękniejszy* od niejednostajnego.<sup>85</sup>

Postać tego, co boskie, bóg wykonał przeważnie z ognia, aby to było *najświeźsze* dla oka i *najpiękniejszy* dawało widok. Upodabniając je do wszechświata zrobił je *pięknie* okrągłe i wyposażył je w zrozumienie tego, co *najlepsze*; ono się z naturą boską wiąże; rozsypał po całym niebie naokoło, aby świat prawdziwy był tym *ozdobiony* powszedy.<sup>86</sup>

Bo przydzielił mu bóg ruch *właściwy* takiemu ciału [...] wprowadził go w ruch obrotowy jednostajny, po tym samym torze i w obrębie własnego ciała. Świat kręci się w kółko i obraca.<sup>87</sup>

<sup>83</sup> Por. PLATON, *Timajos...*, 54a. Por. też Andrzej ŁUKASIK, *Filozofia atomizmu. Atomistyczny model świata w filozofii przyrody, fizyce klasycznej i współczesnej a problem elementarności*, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2006, s. 51–52.

<sup>84</sup> PLATON, *Timajos...*, 53e [wyróżnienia dodane].

<sup>85</sup> PLATON, *Timajos...*, 32bc [wyróżnienia dodane]. Por. też 58b, 62de.

<sup>86</sup> PLATON, *Timajos...*, 40a [wyróżnienia dodane].

<sup>87</sup> PLATON, *Timajos...*, 32d [wyróżnienie dodane].

Dogmat jednostajnego kołowego ruchu planet stał się istotną przeszkodą epistemologiczną<sup>88</sup> w kosmologii, zwłaszcza w kontekście odkrycia eliptycznego kształtu orbit, którego dokonał Johannes Kepler, stwierdzając nie bez dużego niezadowolenia, że obliczenia przeprowadzone zgodnie z obserwacjami złamały założenia natury estetycznej.<sup>89</sup> Jednak pierwsza przeszkoda epistemologiczna, którą można połączyć z aspektami estetycznymi, dotyczyła odkrycia, jakiego dokonali pitagorejczycy na temat przekątnej kwadratu o boku równym 1, wynoszącej  $\sqrt{2}$ , czyli o długości niewymiernej. Świat pitagorejczyków był mierzalny, zbudowany z liczb wymiernych i ich wzajemnych stosunków, i odkrycie liczby, której nie można ująć liczbą wymierną, było jednoznaczne z podważeniem fundamentów ich metafizycznych przekonań o budowie kosmosu.<sup>90</sup> Nic dziwnego, że według legendy próbowali to kłopotliwe odkrycie utrzymać w tajemnicy, a Hippazos z Metapontu, za jej niedotrzymanie, miał być podobno wrzucony do morza.<sup>91</sup> Należy zaznaczyć, że już dla Platona niewymierność liczb nie miała charakteru nieestetycznego: we wspomnianych trójkątach, w podstawowych elementach matematycznej budowy świata, występują wielkości niewymierne.<sup>92</sup> Przekonanie o problematyczności liczb niewymiernych w kontekście proporcji istniejących w naturze okazało się o tyle niesłuszne, że właśnie liczba niewymierna, liczba  $\phi$ , stała się najczęściej odnajdywaną zależnością liczbową w naturze, tak zwaną złotą proporcją.<sup>93</sup>

#### 4. Arystoteles

Ważne znaczenie dla rozpowszechnienia się korelacji nauki i aspektów estetycznych miały dzieła Arystotelesa. Filozof daleki był od eufemistycznych zestawień kategorii piękna z istotą budowy świata, jak to czynił Platon, ale dzięki kon-

---

<sup>88</sup> Termin „przeszkoda epistemologiczna” pochodzi od Gastona Bachelarda i oznacza pewien stały, powtarzający się element aktów poznania naukowego. Por. Gaston BACHELARD, **Kształtowanie się umysłu naukowego. Przyczynek do psychoanalizy wiedzy obiektywnej**, przeł. Damian Leszczyński, Wydawnictwo Słowo/Obraz terytoria, Gdańsk 2002, s. 18.

<sup>89</sup> Por. Johannes KEPLER, List do Longomontanusa 1605: GW XV, nr 23, w: KIERUL, **Kepler...**, s. 246. Por. też KOESTLER, **Lunatycy...**, s. 59; ŁUKASIK i ŁATA, „Czy prawda jest zawsze piękna...”.

<sup>90</sup> Por. CORBALÁN, **Złota proporcja...**, s. 20. Por. też ŁUKASIK, **Filozofia atomizmu...**, s. 51–52.

<sup>91</sup> Por. PORFIRIUSZ, JAMBlich i ANONIM, **Żywoty...**, s. 58. Por. też KOESTLER, **Lunatycy...**, s. 41.

<sup>92</sup> Por. ŁUKASIK, **Filozofia atomizmu...**, s. 52.

<sup>93</sup> Por. CORBALÁN, **Złota proporcja...**

kretnemu zebraniu wiadomości o poglądach pitagorejczyków i polemizowaniu z nimi utrwalił najważniejsze zagadnienia, istotne również dla genezy wartości estetycznych w późniejszej fizyce. Bezpośrednie powiązanie znajdziemy nie w słowach dotyczących wszechświata, ale w refleksji na temat matematyki. Arystoteles tak o tym, co jest piękne, pisał w **Metafizyce**:

[...] ci filozofowie, którzy twierdzą, że nauki matematyczne nic nie mówią o pięknie, ani o dobru, są w błędzie. Nauki te bowiem mówią wiele o jednym i o drugim, i ujawniają je; jeżeli nie wymieniają ich wyraźnie, ale wskazują ich skutki i definicje, to nie można twierdzić, że niczego o nich nie mówią. Głównymi formami *piękna* jest *porządek*, *symetria* i *wyrazistość*, czym odznaczają się szczególnie nauki matematyczne.<sup>94</sup>

Zastanawiający jest w tej definicji piękna związanego z matematyką<sup>95</sup> termin „wyrazistość”, który tłumaczony jest również jako „określoność”,<sup>96</sup> co można połączyć z właściwością we współczesnej fizyce posiadającą konotacje estetyczne, mianowicie z „nieuchronnością”.<sup>97</sup> Arystoteles wspomina o pięknie głównie w kontekście sztuki,<sup>98</sup> nie sposób jednak nie zauważyć, że jego estetyka opiera się na pitagorejskich zasadach ładu zależności matematycznych.<sup>99</sup> Również arystotelesowski model Wszechświata posiadał właściwości, które z czasem nabrały znaczenia estetycznego: obok opisanie struktury Wszechświata na doskonałych sferach i uczynienia go wiecznym Arystoteles wzmocnił znaczenie własności rzeczy z dziesięciu pitagorejskich dualizmów; według filozofa Wszechświat jest skończony, a Ziemia tkwi nieruchomo w jego środku.<sup>100</sup>

## 5. Współczesna recepcja filozofii pitagorejsko-platońskiej

Współcześni fizycy nawiązują do idei pitagorejsko-platońskich, gdy piszą

<sup>94</sup> ARYSTOTELES, **Metafizyka...**, 1078b.

<sup>95</sup> Nie jest to jedyna definicja piękna, jaką znajdziemy u Arystotelesa. Por. Władysław TATARKIEWICZ, **Historia estetyki**, t. I, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009, s. 176 i 189.

<sup>96</sup> Por. TATARKIEWICZ, **Historia estetyki...**, s. 190.

<sup>97</sup> Por. Steven WEINBERG, **Sen o teorii ostatecznej**, przeł. Piotr Amsterdamski, Zysk i S-ka Wydawnictwo, Poznań 1997, s. 122.

<sup>98</sup> Por. TATARKIEWICZ, **Historia estetyki...**, s. 176–179.

<sup>99</sup> Por. TATARKIEWICZ, **Historia estetyki...**, s. 177.

<sup>100</sup> Por. ARYSTOTELES, **O niebie...**, 296b. Por. też KOESTLER, **Lunatycy...**, s. 60.

o pięknie świata i pięknie teorii. Można nawet zaryzykować twierdzenie, że właśnie ci naukowcy, którzy przywiązują wagę do kategorii estetycznych, nawiązują do poglądów pitagorejsko-platońskich starożytnych Greków bezpośrednio lub też pośrednio, stosując właściwości estetyczne, takie jak jedność, prostota, symetria, porządek. W przykładach nawiązujących do myśli i łączących ją z aspektami estetycznymi nie zawsze odnajdziemy pogłębioną wiedzę filozoficzną: w książce **Pitagoras i teoria strun** połączenie tych dwóch wątków jest raczej rodzajem wzniosłej nadinterpretacji:

Doceniał [Pitagoras — MŁ.] geometryczne piękno najbliższej otaczającej przyrody ożywionej i nieożywionej. Odnalazł złote proporcje miłe dla ucha i piękne dla oka.<sup>101</sup>

Jednak znacznie częściej powoływanie się na poglądy starożytnych filozofów ma charakter świadomy i przemyślany, choć niekoniecznie uświadomione są źródła połączenia ich z wartościami estetycznymi. W książce **W poszukiwaniu harmonii** Frank Wilczek i Betsy Devine nawiązują do kwestii muzycznej proporcji i miary, przytaczając pierwotne poglądy pitagorejczyków i sprawdzając analogie łączące je ze współczesną fizyką.<sup>102</sup> Poza tym, że w publikacji tej wielokrotnie pojawiają się właściwości i własności estetyczne, znajdziemy tam również wyznanie Wilczka, noblisty w dziedzinie fizyki, łączące przeżycie estetyczne z wyobrażeniem o muzycznej budowie świata, inspirowane wyrażnie muzyką sfer:

Jeśli o mnie chodzi, muszę się przyznać do przekonania, którego w żaden sposób nie umiem uzasadnić, poza tym, że jego wyobrażenie wydaje mi się piękne. Myślę o świecie jako o instrumencie muzycznym, pudle rezonansowym, z którego wydobywa się gigantyczna melodia. Wszystko, co odczuwamy, jest drganiem tego pudła, powstanie i znikanie każdej rzeczy to dźwięk kolejnej noty rozbrzmiewającej melodii.<sup>103</sup>

W połowie dwudziestego wieku Werner Heisenberg również uważał, że zestawienie tradycji pitagorejsko-platońskiej z rezultatami uzyskiwanymi we współczesnej fizyce jest właściwe.<sup>104</sup> Heisenberg podejmował istotne dla filozoficznych interpretacji mechaniki kwantowej wątki myśli pitagorejsko-platońskiej, odnoszą-

<sup>101</sup> Maria Magdalena KOSOWSKA i Aleksander KOSOWSKI, **Pitagoras i teoria strun**, Wydawnictwo Poligraf, Łódź 2012, s. 90.

<sup>102</sup> Por. Frank WILCZEK i Betsy DEVINE, **W poszukiwaniu harmonii. Wariacje na tematy fizyki współczesnej**, przeł. Ewa L. Łokas i Bogumił Bieniok, *Na Ścieżkach Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1987, s. 9, 25, 26, 149–151, 153, 162.

<sup>103</sup> WILCZEK i DEVINE, **W poszukiwaniu harmonii...**, s. 115.

ce się do poznawania budowy świata za pomocą struktur matematycznych, i łączył je z wartościami estetycznymi. Jako przykład niech posłużą słowa wygłoszone podczas wykładu w Monachium w 1970 roku, nawiązujące do wartości estetycznych pitagorejskiego ładu:

Częściami są tutaj poszczególne tony, całością harmonijny dźwięk. Stosunek matematyczny może więc dwie niezależne zrazu części zespolić jako całość i w ten sposób wytworzyć piękno.<sup>105</sup>

Rozpoznajemy, że poszczególne części pasują do siebie, że przynależą do całości, i zamkniętość oraz prostotę układu aksjomatów doznajemy bezrefleksyjnie jako piękne.<sup>106</sup>

Według Heisenberga została tym samym w starożytności ustanowiona więź między tym, co zrozumiałe i piękne:

Jeśli bowiem to, co piękne, rozpoznaje się jako zgodność części między sobą i z całością i jeśli, z drugiej strony, wszelkie zrozumienie dojść może do skutku dopiero za sprawą tego formalnego związku, to przeżycie piękna staje się prawie identyczne z przeżyciem zrozumianego lub przynajmniej przeczuwanego związku.<sup>107</sup>

Obecne w fizyce wątki myśli pitagorejsko-platońskiej i związane z nimi kryteria natury estetycznej nabrały znaczenia dzięki poszukiwaniom teorii unifikacji i osobie noblisty, Rogera Penrose'a. Z tematem platonizmu u Penrose'a (czy też raczej pitagoreizmu i platonizmu<sup>108</sup>) łączą się dwa wątki związane z wartościami estetycznymi. Pierwszy dotyczy ogólnego odwołania do triady fundamentalnych idei platońskich, którymi są Dobro, Prawda, Piękno. Penrose w teorii tajemniczo powiązanych ze sobą trzech światów — platońskiego świata idei matematycznych, świata fizycznego i świata mentalnego — rozważa rolę piękna jako motywu-

---

<sup>104</sup> Por. Andrzej ŁUKASIK, „Filozofia nauki Wernera Heisenberga”, w: Piotr BYLICA, Krzysztof J. KILIAN, Robert PIOTROWSKI i Dariusz SAGAN (red.), **Filozofia — nauka — religia. Księga jubileuszowa dedykowana Profesorowi Kazimierzowi Jodkowskiemu z okazji 40-lecia pracy naukowej**, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2015, s. 346 [345–362].

<sup>105</sup> WERNER HEISENBERG, **Ponad granicami**, przeł. Krzysztof Wolicki, PIW, Warszawa 1979, s. 271.

<sup>106</sup> HEISENBERG, **Ponad granicami...**, s. 269.

<sup>107</sup> HEISENBERG, **Ponad granicami...**, s. 271–272.

<sup>108</sup> Por. Wojciech P. GRYGIEL, **Stephena Hawkinga i Rogera Penrose'a spór o rzeczywistość**, Copernicus Center Press, Kraków 2017, s. 267.



jącego poszukiwania teorii i „oświeclającego drogę do prawdy”.<sup>109</sup> Według Penrose’a to właśnie piękno odkrywanych teorii miałyby świadczyć o istnieniu platońskiego świata idei.<sup>110</sup> Penrose pisał:

Matematyka w sposób najbardziej istotny związana jest z ideałem Prawdy. Jednakże sam Platon twierdził, że oprócz Prawdy są jeszcze dwa inne fundamentalne ideały, a mianowicie ideał Piękna i Dobra. Bynajmniej nie mam zamiaru zaprzeczać istnieniu tych ideałów i nie jestem przeciwny poszerzaniu świata idei platońskich na te obszary.<sup>111</sup>

Drugi zaś wątek rozważań Penrose’a związanych z wartościami estetycznymi i filozofią starożytnych dotyczy konkretnego przejawu tych idei, a mianowicie „metafizycznego postulatu obiektywnej prawdy matematycznej”, które są odpowiedzialne za fizyczny przejaw rzeczywistości.<sup>112</sup> Według Penrose’a świat matematyki, zawierający w sobie dokładny język opisu przyrody, opiera się na harmonii liczb zespolonych i funkcji holomorficznych oraz uogólnieniu mechaniki kwantowej w postaci kwantowej teorii pola.<sup>113</sup> Jednocześnie Penrose zestawia odnalezione zestrojenie z wartościami estetycznymi takimi jak piękno czy elegancja, które odnosi do opisujących rzeczywistość struktur matematycznych. Pisał między innymi:

Wydaje mi się, że ten godny uwagi związek między istotnym wymogiem fizycznym a elegancką charakterystyką matematyczną jest kapitalnym przykładem głębokiej, subtelnej i rzeczywiście tajemniczej spójności wyrafinowanych idei matematycznych i wewnętrznej struktury naszego Wszechświata.<sup>114</sup>

## 6. Zakończenie

Z powyższych przykładów widać, że tradycja filozofii pitagorejsko-platońskiej i sięgająca równie głęboko, związana z nią tradycja estetyczna są nadal obecne

---

<sup>109</sup> Roger PENROSE, *Droga do rzeczywistości. Wyczerpujący przewodnik po prawach rządzących Wszechświatem*, przeł. Jerzy Przystawa, Prószyński i S-ka, Warszawa 2004, s. 21.

<sup>110</sup> Por. PENROSE, *Droga do rzeczywistości...*, s. 21.

<sup>111</sup> PENROSE, *Droga do rzeczywistości...*, s. 21.

<sup>112</sup> Por. GRYGIEL, *Stephena Hawkinga i Rogera Penrose’a...*, s. 248.

<sup>113</sup> Por. GRYGIEL, *Stephena Hawkinga i Rogera Penrose’a...*, s. 261–262.

<sup>114</sup> PENROSE, *Droga do rzeczywistości...*, s. 586.

i omawiane we współczesnej fizyce, a naukowcy — jak się wydaje — wciąż liczą się z nakazem Platona, który brzmiał:

To i, że bóg, ile możności *najpiękniej i najlepiej* te elementy zestawiał z materiału, który był nie taki, to zdanie niech się u nas utrzymuje zawsze, wbrew wszelkim innym.<sup>115</sup>

I choć Penrose podkreśla konieczność zachowania ostrożności w kierowaniu się wartościami estetycznymi w fizyce,<sup>116</sup> a historia fizyki ujawnia zarówno sukcesy, jak i porażki odkryć i teorii,<sup>117</sup> w których znaczący był „szum metafizyczny” kryteriów estetycznych, wystarczy porównać schemat trójkąta arcykwórki pitagorejczyków i schematy multipletów izospinowych cząstek elementarnych, żeby zacząć się zastanawiać, czy drogi filozofii pitagorejsko-platońskiej i drogi współczesnej nauki znowu się nie splatają i nie powracają w nowej formie do swojego źródłowego połączenia.

*Magdalena Łata*

## Bibliografia

ARISTOTELES, **Metafizyka**, przeł. Kazimierz Leśniak, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1990.

ARISTOTELES, **O niebie**, przeł. Paweł Siwek, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1990.

BACHELARD Gaston, **Kształtowanie się umysłu naukowego. Przyczynek do psychoanalizy wiedzy obiektywnej**, przeł. Damian Leszczyński, Wydawnictwo Słowo/Obraz terytoria, Gdańsk 2002.

BYLICA Piotr, KILIAN Krzysztof J., PIOTROWSKI Robert i SAGAN Dariusz (red.), **Filozofia — nauka — religia. Księga jubileuszowa dedykowana Profesorowi Kazimierzowi Jodkowskiemu z okazji 40-lecia pracy naukowej**, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2015.

CHANDRASEKHAR Subrahmanyan, **Prawda i piękno. Estetyka i motywacja w nauce**, przeł. Piotr Amsterdamski, *Klasycy Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1999.

COPLESTON Frederick, **Historia filozofii. Grecja i Rzym**, t. I, przeł. Henryk Bednarek, Insty-

<sup>115</sup> PLATON, **Timajos...**, 53b [wyróżnienia dodane].

<sup>116</sup> Por. PENROSE, **Droga do rzeczywistości...**, s. 976.

<sup>117</sup> Por. ŁUKASIK i ŁATA, „Wartości estetyczne...”, s. 187–208.

tut Wydawniczy PAX, Warszawa 1998.

CORBALÁN Fernando, **Złota proporcja. Matematyczny język piękna**, przeł. Wiktor Bartol, *Świat Jest Matematyczny*, Wydawnictwo RBA 2012.

DIODES LAERTIOS, **Żywoty i poglądy słynnych filozofów**, przeł. Irena Krońska, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1988.

DURÁN Antonio J., **Poezja liczb. Znaczenie piękna w matematyce**, przeł. Anna Kozłowska, *Świat Jest Matematyczny*, Wydawnictwo RBA 2012.

FARMELO Graham, **It Must Be Beautiful: Great Equations of Modern Science**, Granta Publications, London 2002.

GAENSLER Bryan, **Potęga i piękno. Ekstremalne zjawiska w kosmosie**, przeł. Sebastian Szymański, *Wiedza i Życie — Orbity Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2013.

GAJDA Janina, **Pitagorejczycy**, Wiedza Powszechna, Warszawa 1996.

GAJDA-KRYNICKA Janina, „Wstęp”, w: PORFIRIUSZ, JAMBlich i ANONIM, **Żywoty...**, s. I–XXI.

GREENE Brian, **Piękno Wszechświata. Superstruny, ukryte wymiary i poszukiwanie teorii ostatecznej**, przeł. Ewa L. Łokas i Bogumił Bieniok, *Na Ścieżkach Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2001.

GRYGIEL Wojciech P., **Stephena Hawkinga i Rogera Penrose’a spór o rzeczywistość**, Copernicus Center Press, Kraków 2017.

HEISENBERG Werner, **Ponad granicami**, przeł. Krzysztof Wolicki, PIW, Warszawa 1979.

HOSSENFELDER Sabine, **Zagubione w matematyce. Fizyka w pułapce piękna**, przeł. Tomasz Miller, Copernicus Center Press, Kraków 2019.

KEPLER Johannes, List do Longomontanus 1605: GW XV, nr 23, w: KIERUL, **Kepler...**, s. 246.

KEPLER Johannes, **Tajemnica kosmosu**, przeł. Mirosława Skrzypczak i Elżbieta Zakrzewska-Gębka, *Arcydzieła Wielkich Myślicieli*, Ediciones Altaya Polska & DeAgostini Polska, Warszawa 2003.

KIERUL Jerzy, **Kepler**, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa 2007.

KOESTLER Arthur, **Lunatycy. Historia zmiennych poglądów człowieka na wszechświat**, przeł. Tomasz Bieroń, Zys i S-ka Wydawnictwo, Poznań 2002.

KOPERNIK Mikołaj, **O obrotach ciał niebieskich i inne pisma**, przeł. Ludwik Antoni Birkenmajer, *Arcydzieła Wielkich Myślicieli*, Ediciones Altaya Polska & DeAgostini Polska, Warszawa 2001.

KOPERNIK Mikołaj, **O obrotach. Dzieła wszystkie**, t. 2, red. Jerzy Dobrzycki, PAN, Warszawa — Kraków 1976.

KOSOWSKA Maria Magdalena i KOSOWSKI Aleksander, **Pitagoras i teoria strun**, Wydawnictwo Poligraf, Łódź 2012.

KROKIEWICZ Adam, **Zarys filozofii greckiej. Od Talesa do Platona**, Instytut Wydawniczy PAX, Warszawa 1971.

KUCZYŃSKA Alicja, **Piękno. Mit i rzeczywistość**, Wiedza Powszechna, Warszawa 1977.

KURDZIAŁKA Marian, REBETA Jerzy i SWIEŻAWSKI Stefan (red.), **Mikołaj Kopernik. Studia i materiały sesji kopernikowskiej w KUL 18–19 lutego 1972 roku**, Wydawnictwo Towarzystwa Naukowego Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego, Lublin 1973.

LEGOWICZ Jan, **Historia filozofii starożytnej Grecji i Rzymu**, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1986.

ŁUKASIK Andrzej, **Filozofia atomizmu. Atomistyczny model świata w filozofii przyrody, fizyce klasycznej i współczesnej a problem elementarności**, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2006.

ŁUKASIK Andrzej, „Filozofia nauki Wernera Heisenberga”, w: BYLICA, KILIAN, PIOTROWSKI i SAGAN (red.), **Filozofia — nauka — religia...**, s. 345–362.

ŁUKASIK Andrzej i ŁATA Magdalena, „Czy prawda jest zawsze piękna, czyli jak wartości estetyczne mogą stać się przeszkodą epistemologiczną”, *Filozofia i Nauka. Studia Filozoficzne i Interdyscyplinarne* 2020, t. 8, nr 2, s. 115–134.

ŁUKASIK Andrzej i ŁATA Magdalena, „Wartości estetyczne jako pozaempiryczne kryteria akceptacji teorii naukowej”, w: PĘKALA (red.), **Dystynkcje estetyczne...**, s. 187–208.

MARKOWSKI Mieczysław, „Doktrynalne tło przewrotu kopernikańskiego”, w: KURDZIAŁKA, REBETA i SWIEŻAWSKI (red.), **Mikołaj Kopernik...**, s. 13–31.

McALLISTER James W., **Beauty and Revolution in Science**, Cornell University Press, Ithaca — London 1996.

PĘKALA Teresa (red.), **Dystynkcje estetyczne — wyróżnienie i wykluczenie**, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2020.

PENROSE Roger, **Droga do rzeczywistości. Wyczerpujący przewodnik po prawach rządzących Wszechświatem**, przeł. Jerzy Przystawa, Prószyński i S-ka, Warszawa 2004.

PLATON, **Timajos**, przeł. Władysław Witwicki, Wydawnictwo Antyk, Kęty 2005.

PORFIRIUSZ, JAMBlich i ANONIM, **Żywoty Pitagorasa**, przeł. Janina Gajda-Krynicka, Wydawnictwo Epsilon, Wrocław 1993.

STEWART Ian, **Dlaczego prawda jest piękna. O symetrii w matematyce i fizyce**, przeł. Tomasz Krzysztoń, *Na Ścieżkach Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2012.

TATARKIEWICZ Władysław, **Dzieje sześciu pojęć. Sztuka, piękno, forma, twórczość, od-twórczość, przeżycie estetyczne**, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1982.

TATARKIEWICZ Władysław, **Historia estetyki**, t. I, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.

TATARKIEWICZ Władysław, **Historia filozofii. Filozofia starożytna i średniowieczna**, t. I, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.

VIGNALE Giovanni, **The Beautiful Invisible: Creativity, Imagination, and Theoretical Physics**, Oxford University Press, Oxford 2011.

WASIUTYŃSKI Jerzy, **Kopernik. Twórca nowego nieba**, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2008.

WEINBERG Steven, **Sen o teorii ostatecznej**, przeł. Piotr Amsterdamski, Zys i S-ka Wydawnictwo, Poznań 1997.

WILCZEK Frank i DEVINE Betsy, **W poszukiwaniu harmonii. Wariacje na tematy fizyki współczesnej**, przeł. Ewa L. Łokas i Bogumił Bieniok, *Na Ścieżkach Nauki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1987.