

Η ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΚΑΙ Η ΕΠΙΣΤΗΜΙΚΗ ΤΗΣ ΑΞΙΑ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΟΝ 19ο ΑΙΩΝΑ

ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ. Το άρθρο αυτό εξετάζει την έννοια της πρόβλεψης στις φυσικές επιστήμες, κυρίως στη Βρετανία, τον 19ο αιώνα. Παρά το γεγονός ότι η πρόβλεψη θεωρείται θεμελιώδες στοιχείο της επιστήμης και η αξία της θεωρείται δεδομένη, στο άρθρο αυτό διερευνώνται η θέση και ο ρόλος της πρόβλεψης χωρίς να προϋποτίθεται η αναμφισβήτητη επιστημική της αξία. Παράλληλα, το άρθρο εξετάζει την πρόβλεψη σε διάφορα επιστημονικά πεδία, όπως αυτά της αστρονομίας, της φυσικής, της χημείας και της βιολογίας. Εκκινώντας από αυτά, στη συνέχεια το άρθρο εστιάζει σε δύο ζητήματα. Το πρώτο είναι η σχέση της μαθηματικοποίησης και του υποθετικο-παραγωγικού προτύπου της επιστήμης με την πρόβλεψη. Το δεύτερο αφορά το ρεύμα του 'περιγραφισμού', όπως το ονομάζει ο ιστορικός της επιστήμης John Heilbron, στη φυσική του τέλους του 19ου αιώνα και το πώς επαναπροσδιόρισε την επιστημική αξία της πρόβλεψης στην επιστήμη.

ABSTRACT. This paper examines the concept of prediction in the natural sciences, primarily in Britain during the 19th century. Although prediction is considered a fundamental element of science and its value is often taken for granted, this article explores its role without presupposing its unquestionable epistemic value. Additionally, this paper examines prediction across various scientific fields, such as astronomy, physics, chemistry and biology. The paper then focuses on two key issues. The first is the relationship between mathematization, the hypothetico-deductive model of science, and prediction. The second concerns "descriptivism," as termed by the historian of science John Heilbron, in late 19th-century physics and how it redefined the epistemic value of prediction in science.

* Η ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ είναι Διδάκτωρ του Τμήματος Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Επιστήμης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και Εντεταλμένη Διδάσκουσα στο Π.Τ.Δ.Ε. του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Η συγγραφέας θα ήθελε να εκφράσει την ευγνωμοσύνη της σε όλα τα μέλη της ερευνητικής ομάδας του προγράμματος ΡΥΘΙΑ που με πολλαπλούς τρόπους συνέβαλαν στην παρούσα μελέτη. Ιδιαίτερα θα ήθελε να ευχαριστήσει τον Θ. Αραμπατζή και τον Ε. Αραποστάθη για τα εποικοδομητικά σχόλια και τις χρήσιμες υποδείξεις που συνέβαλαν στη βελτίωση του άρθρου, καθώς και για τη συνεχή υποστήριξη. Η ερευνητική αυτή εργασία υποστηρίχθηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛΙΔΕΚ) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των Μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου: 875).

1. Η ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΣΤΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

Η πρόβλεψη συχνά θεωρείται αναπόσπαστο στοιχείο της επιστήμης, η επιστημική αξία του οποίου είναι αδιαμφισβήτητη. Με ανάλογο τρόπο αποτελεί κριτήριο για τις επιστημονικές θεωρίες, και τις κρίσεις επί αυτών, η ικανότητά τους να οδηγούν σε συγκεκριμένες προβλέψεις. Εντούτοις, αυτή η θεώρηση αδυνατεί να περιγράψει τη συνθετότητα του ρόλου της πρόβλεψης στην επιστήμη, τόσο μέσα στο χρόνο όσο και στα διάφορα επιστημονικά πεδία. Πέρα όμως από τη θέση και τον ρόλο της, ακόμα και η ίδια η έννοια της πρόβλεψης στην επιστήμη επανανοηματοδοτήθηκε στην ιστορική της διαδρομή.

Η πρόβλεψη στις φυσικές επιστήμες σπάνια αποτελεί θέμα από μόνη της στη φιλοσοφία και την ιστορία των επιστημών. Συχνά, η φιλοσοφική συζήτηση γύρω από το ζήτημα της πρόβλεψης στις φυσικές επιστήμες γίνεται με σημείο εκκίνησης τις θέσεις των Hempel και Oppenheim, οι οποίοι δημοσιεύουν το 1948, το άρθρο τους «Studies in the logic of explanation» στο οποίο υποστηρίζουν ότι υπάρχει μια συμμετρία ανάμεσα στην πρόβλεψη και την εξήγηση λόγω της ομοιότητας στη λογική δομή τους. Στις δεκαετίες του 1950 και του 1960 αρκετοί φιλόσοφοι της επιστήμης αντιπαρατέθηκαν με την άποψη αυτή, τονίζοντας ουσιαστικές διαφορές ανάμεσα στην εξήγηση και την πρόβλεψη, καταρρίπτοντας έτσι τη βασική θέση των Hempel και Oppenheim.¹

Εντούτοις, η σχέση της εξήγησης με την πρόβλεψη παραμένει ένα ανοιχτό φιλοσοφικό ζήτημα για την κοινότητα των ιστορικών και των φιλοσόφων της επιστήμης.² Κεντρικό σημείο αυτής της συζήτησης είναι κατά πόσο η πρόβλεψη μιας θεωρίας φέρει μεγαλύτερη επιστημική αξία σε σχέση με την εξήγηση φαινομένων που ήταν γνωστά όταν αυτή η θεωρία διαμορφώθηκε. Σε αυτή τη συζήτηση υπεισέρχονται παραδείγματα από τον δέκατο ένατο αιώνα, ενώ πολλές φορές γίνεται αναφορά στη διαμάχη του William Whewell και του John Stuart Mill για το ζήτημα της πρόβλεψης.

Πράγματι, οι δυο αυτοί φιλόσοφοι του δέκατου ένατου αιώνα, οι οποίοι είχαν διαφορετικές προσεγγίσεις για την επιστημονική μέθοδο εν

¹ Βλ. Scheffler 1957, Hanson 1959, Scriven 1959, Hanna 1969. Ο Scheffler καταρρίπτει τον ισχυρισμό των Hempel και Oppenheim, υποστηρίζοντας ότι μπορούμε να έχουμε προβλέψεις χωρίς εξηγήσεις και ότι οι εξηγήσεις οφείλουν να είναι αληθείς, ενώ οι προβλέψεις μπορεί και να μην είναι. Επίσης, για τον Scheffler, οι προβλέψεις μπορεί να γίνονται με ή χωρίς λογική βάση. Scheffler 1957, σελ. 293-298. Παραδείγματα προβλέψεων χωρίς λογική βάση είναι αυτές που δεν προκύπτουν από την επιστημονική μέθοδο και βασίζονται σε διαίσθηση ή προσωπικές πεποιθήσεις. Από την άλλη μεριά, ο Hanson αναφέρεται στο παράδειγμα της κβαντικής μηχανικής, υποστηρίζοντας ότι μπορεί να εξηγήσει μεμονωμένα γεγονότα, χωρίς να μπορεί να τα προβλέψει με ακριβή τρόπο. Ο Scriven αναφέρεται στο παράδειγμα της εξελικτικής βιολογίας όπου υπάρχει η εξήγηση χωρίς να υπάρχει αντίστοιχα πρόβλεψη. Βλ. και Douglas 2009.

² Βλ. Collins 1994, Scerri & Worrall 2001, Oreskes 2000, Barnes 2008, Brush 1989, Brush 2015.

γένει, είχαν αναφερθεί και στον ρόλο της πρόβλεψης στις φυσικές επιστήμες.³ Πιο συγκεκριμένα, ο Whewell, περιγράφοντας τις δοκιμασίες που πρέπει να περάσει μια θεωρία που έχει διαμορφωθεί επαγωγικά, αναφέρθηκε πρώτα στην πρόβλεψη, υποστηρίζοντας ταυτόχρονα ότι φέρει μεγαλύτερη επιστημική αξία η πρόβλεψη νέων φαινομένων σε σχέση με την εξήγηση ήδη γνωστών και ότι οι επιτυχημένες προβλέψεις είναι χαρακτηριστικό μόνο των αληθών θεωριών. Στη θέση του αυτή απάντησε ο Mill, υποστηρίζοντας ότι δεν υπάρχει μεγαλύτερο επιστημικό βάρος στις προβλέψεις σε σχέση με τις εξηγήσεις ήδη γνωστών φαινομένων, και ότι είναι απορίας άξιον πώς στοχαστές της επιστήμης μπορούν να αποδώσουν τέτοιο βάρος βασιζόμενοι σε μια σύμπτωση που αφορά τον χρόνο, ότι δηλαδή η πρόβλεψη προηγείται του φαινομένου ενώ η εξήγηση έπεται.⁴

Στην ανοιχτή φιλοσοφική συζήτηση που διεξάγεται έκτοτε, ιστορικοί και φιλόσοφοι της επιστήμης επιχειρηματολογούν για την αξία των προβλέψεων και ειδικά των νέων προβλέψεων στις φυσικές επιστήμες και τη σχέση τους με την εξήγηση ήδη γνωστών φαινομένων, φέρνοντας σε κάποιες περιπτώσεις – αν και όχι πολλές – παραδείγματα από τον δέκατο ένατο αιώνα.⁵

Ακόμα και σε αυτά τα λίγα συγκριτικά παραδείγματα από τον δέκατο ένατο αιώνα δεν υπάρχει ομοφωνία για τη θέση και το ρόλο της πρόβλεψης. Για παράδειγμα, ενώ ο Stephen Brush επιχειρηματολογεί ότι η εξήγηση ήδη γνωστών φαινομένων (accommodation) ήταν πιο σημαντική από την πρόβλεψη νέων για επιστημονικές θεωρίες όπως η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, όσον αφορά τον περιοδικό πίνακα του Mendeleev πιστεύει ότι η πρόβλεψη ήταν σημαντικός παράγοντας για την αποδοχή του, κάτι το οποίο αντικρούουν οι Scerri & Worrall.⁶

Έφερε όμως η πρόβλεψη πάντα το ίδιο επιστημικό βάρος; Και αντίστοιχα, η αξία που αποδιδόταν στην πρόβλεψη ήταν ίδια σε όλα τα πεδία των φυσικών επιστημών ή υπήρχαν διαφοροποιήσεις ανάμεσα στις διαφορετικές επιστημονικές περιοχές; Ένα επιπλέον ερώτημα που οφείλει να απαντηθεί, αν και συχνά αποσιωπάται, αφορά την ίδια την έννοια της

³ Το ζήτημα του χαρακτηρισμού των μεθοδολογικών προσεγγίσεων των Mill και Whewell, που συχνά αποδίδεται με το δίπολο επαγωγισμού – υποθετικο-επαγωγισμού είναι αρκετά περίπλοκο. Βλ. και το λήμμα των Hepburn & Andersen για την επιστημονική μέθοδο στην *Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

⁴ Το ζήτημα της πρόβλεψης δεν ήταν το κεντρικό σημείο της διαφωνίας του Whewell με τον Mill για την επιστημονική μέθοδο. Για τη διαμάχη τους βλ. και Strong 1955, Menke 2018.

⁵ Η πρόβλεψη δεν είναι απαραίτητο να έχει χρονικό χαρακτήρα. Πολλοί φιλόσοφοι και ιστορικοί της επιστήμης χρησιμοποιούν τον όρο «νέα πρόβλεψη» (novel prediction) για να τονίσουν το χρονικό χαρακτήρα της πρόβλεψης. Η θέση ότι η πρόβλεψη είναι πιο σημαντική για την αξιολόγηση των επιστημονικών θεωριών από την εξήγηση και την τοποθέτηση εντός ενός πλαισίου (accommodation) είναι γνωστή ως *predictivism*. Βλ. Scerri 2005, Worrall 2005, Barnes 2005, Barnes 2008, Brush 2007, Brush 2015.

⁶ Βλ. Brush 1989, Brush 1996, Scerri & Worrall 2001.

πρόβλεψης και τις αλλαγές στη νοηματοδότηση αυτού του όρου μέσα στο χρόνο.

2. Η ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΟΝ ΔΕΚΑΤΟ ΕΝΑΤΟ ΑΙΩΝΑ

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η πρόβλεψη (όπως και η εξήγηση) επανανοηματοδοτήθηκε στην ιστορική της διαδρομή. Τον δέκατο ένατο αιώνα, και πιο συγκεκριμένα στη βικτωριανή Αγγλία, στην οποία θα εστιάσουμε σε αυτό το άρθρο, υπήρχε μια ταύτιση της πρόβλεψης (prediction) με την προφητεία (prophecy). Αυτή τη σύνθετη ταύτιση της πρόβλεψης με την προφητεία στη βικτωριανή κουλτούρα την περιγράφει αναλυτικά στο βιβλίο της η Katharine Anderson, η οποία εστιάζει στην πρόβλεψη στη μετεωρολογία.⁷

Σύμφωνα με την Anderson, η έννοια της πρόβλεψης επανακαθορίστηκε από τους επιστήμονες του δέκατου ένατου αιώνα και συνδέθηκε με την επιστημονική μέθοδο, την οποία εκείνοι προσπάθησαν να καθιερώσουν ως τη μόνη αξιόπιστη για την παραγωγή επιστημονικής γνώσης. Έτσι η επανανοηματοδότηση της πρόβλεψης ήταν και ένας τρόπος διάκρισης της επιστήμης τους από την αστρολογία ή τη θεολογία.⁸

Συνεπώς, η πρόβλεψη δεν είχε πάντα την επιστημική αξία που σήμερα της αποδίδεται, ενώ, όπως χαρακτηριστικά αναφέρει και η Anderson, τον δέκατο ένατο αιώνα μια πρόβλεψη μπορούσε να επηρεάσει αρνητικά τη φήμη ενός επιστήμονα ή να κλονίσει το επιστημονικό του κύρος και αυτός ήταν ένας λόγος που κάποιοι επιστήμονες δεν έπαιρναν το ρίσκο να κάνουν προβλέψεις.⁹

Η πρόβλεψη λοιπόν επανανοηματοδοτήθηκε και συνδέθηκε, όπως ήδη αναφέρθηκε, με την επιστημονική μέθοδο τον δέκατο ένατο αιώνα. Ο William Stanley Jevons (1835-1882), ο Άγγλος οικονομολόγος και φιλόσοφος, ο οποίος ασχολήθηκε εκτός των άλλων και με την επιστημονική μέθοδο, στο έργο του *The Principles of Science: A Treatise on Logic and Scientific Method*, το οποίο δημοσιεύτηκε το 1874, αποδίδει ιδιαίτερη αξία στην πρόβλεψη στις φυσικές επιστήμες, ακολουθώντας την ίδια συλλογιστική με τον Whewell. Η πρόβλεψη νέων φαινομένων ήταν και για εκείνον χαρακτηριστικό μόνο των αληθών θεωριών.

Ο Jevons κατηγοριοποίησε τη γνώση σε τέσσερα διαφορετικά είδη, κάνοντας λόγο για εμπειρική γνώση που απορρέει από ασύνδετα γεγονότα, «επεξηγημένη» (explained) ή «γενικευμένη» (generalised) γνώση γεγονότων που έχουν παρατηρηθεί και στη συνέχεια συνδεθεί μεταξύ τους μέσω μιας γενικότερης υπόθεσης, γνώση γεγονότων (μικρού αριθμού αλλά με μεγάλη σημασία για εκείνον) που προέβλεψε μια θεωρία και μετά επιβεβαιώθηκαν πειραματικά και τέλος γνώση φαινομένων μόνο σε θεωρητικό

⁷ Anderson 2005.

⁸ Βλ. Anderson 2005, 2ο κεφάλαιο. Για την εναλλαξιμότητα των όρων 'πρόβλεψη' και 'προφητεία' τον δέκατο ένατο αιώνα, βλ. και Pietruska 2017.

⁹ Anderson 2005, σελ. 40. Η Anderson αναφέρεται κυρίως στις μετεωρολογικές προβλέψεις που είναι και το θέμα του βιβλίου της.

επίπεδο που δεν μπορεί να επαληθευθεί πειραματικά (τουλάχιστον με τα μέσα της εποχής).¹⁰

Η κατηγοριοποίηση της γνώσης από τον Jevons δείχνει πρόδηλα την εξέχουσα θέση της πρόβλεψης στη δική του οπτική. Όπως άλλωστε αναφέρει, “δεν υπάρχει πιο πειστική απόδειξη για την ορθότητα της επιστημονικής γνώσης από το ότι δίνει το χάρισμα της πρόβλεψης”.¹¹

Παράλληλα, ο Jevons στάθηκε σε σημαντικές περιπτώσεις προβλέψεων στις φυσικές επιστήμες. Όπως χαρακτηριστικά σημείωσε στο βιβλίο του, οι πρώτες προβλέψεις ανήκαν στο πεδίο της αστρονομίας, ενώ έπειτα έκανε ιδιαίτερη αναφορά στις προβλέψεις στην περιοχή της φυσικής, και πιο συγκεκριμένα στην οπτική, επισημαίνοντας ότι “στη συνέχεια, μετά την αστρονομία, η επιστήμη της φυσικής οπτικής παρουσίασε τις πιο όμορφες και πρώιμες περιπτώσεις της προφητικής δύναμης της σωστής θεωρίας.”¹²

Ο Jevons επικεντρώθηκε ιδιαίτερα στις προβλέψεις του Fresnel. Η κηλίδα του Fresnel είναι το φωτεινό σημείο που εμφανίζεται στο κέντρο της σκιάς ενός κυκλικού αντικειμένου, το οποίο φωτίζεται από μια φωτεινή πηγή. Η κηλίδα του Fresnel έχει γίνει αρκετά γνωστή στην ιστορία της επιστήμης και αυτό γιατί η πρόβλεψή της από τη θεωρία του Fresnel για την περίθλαση, βασισμένη στην κυματική φύση του φωτός, αποτέλεσε αντικείμενο πειραμάτων από τον Poisson και τον Arago για την απονομή του βραβείου της Γαλλικής Ακαδημίας το 1819. Έπειτα από την πειραματική επιβεβαίωση ο Fresnel τιμήθηκε με το βραβείο και αποτελεί θέμα συζήτησης των ιστορικών, αφενός, ο ρόλος αυτής της πρόβλεψης στην απόδοση του βραβείου στον Fresnel και, αφετέρου, η σημασία αυτής της πρόβλεψης και της πειραματικής της επιβεβαίωσης γενικότερα στην αποδοχή της κυματικής φύσης του φωτός.

Ο Jevons εστίασε και σε άλλα, μεταγενέστερα, παραδείγματα από τη φυσική, ενώ για τη χημεία επισήμανε ότι ενώ ήταν εν πολλοίς εμπειρική επιστήμη, εντούτοις έχει και αυτή να επιδείξει “προφητικούς θριάμβους.”¹³ Αξίζει εδώ να αναφερθούν δυο σημεία. Το πρώτο από αυτά έχει να κάνει με το γεγονός ότι η επιστημονική μέθοδος για τον Jevons δεν είναι αυτή που περιγράφεται από τον Bacon, δηλαδή η επαγωγή, αλλά ένας συνδυασμός επαγωγής και παραγωγής. Ο Jevons θεωρούσε ότι στην εποχή του μια σειρά φαινομένων και γεγονότων μπορούσαν να προκύψουν από την εφαρμογή θεμελιωδών αρχών ή υποθέσεων με παραγωγικό (deductive) τρόπο.¹⁴

¹⁰ Jevons 1874, τόμος II, σελ. 157.

¹¹ “There is no more convincing proof of the soundness of scientific knowledge than that it thus confers the gift of foresight.” Αυτ., σελ. 170.

¹² “Next after astronomy the science of physical optics has furnished the most beautiful and early instances of the prophetic power of correct theory.” Jevons 1874, τόμος II, σελ. 173.

¹³ Jevons 1874, σελ. 181.

¹⁴ Jevons 1874, σελ. 180.

Το δεύτερο σημείο έχει να κάνει με το έργο του στην οικονομική επιστήμη. Ο Jevons υποστήριζε ότι η μαθηματικοποίηση της οικονομικής θεωρίας ήταν εκείνο το απαραίτητο στοιχείο που έπρεπε να εισαχθεί ώστε η οικονομική θεωρία να γίνει επιστήμη.¹⁵

Φαίνεται λοιπόν ότι η μαθηματικοποίηση και η διατύπωση αρχών ή υποθέσεων συμπλέει με την ιδιαίτερη επιστημική αξία που ο Jevons αποδίδει στην πρόβλεψη. Η ιστορικός της επιστήμης Naomi Oreskes υποστηρίζει ότι η άνοδος του υποθετικο-παραγωγικού μοντέλου στην επιστήμη τον εικοστό αιώνα, είχε τεράστιο αντίκτυπο στο ρόλο της πρόβλεψης. Όπως σημειώνει:

Το υποθετικό-παραγωγικό μοντέλο της επιστήμης ανέβασε έτσι την πρόβλεψη σε μια εξυψωμένη θέση. Επειδή οι υποθέσεις προηγούνται της παρατήρησης - και επομένως μπορεί να δημιουργηθούν εντελώς ανεξάρτητα από αυτήν - ο μόνος τρόπος για να γνωρίζουμε εάν μια υπόθεση είναι καλή είναι να την ελέγξουμε μέσω των λογικών της προβλέψεων.¹⁶

Η Oreskes τονίζει ότι τον δέκατο ένατο αιώνα η κατάσταση ήταν πολύ διαφορετική και η πρόβλεψη δεν είχε κατά κανόνα προεξέχουσα θέση. Ωστόσο, οι θέσεις των Whewell και Jevons δείχνουν ότι ακόμα και οι πρώιμοι υποστηρικτές αυτού του μοντέλου για την επιστήμη απέδιδαν ιδιαίτερη αξία στην πρόβλεψη.

Από την άλλη μεριά, από τα λεγόμενα του Jevons προκύπτει μια διαφοροποίηση της θέσης και του ρόλου της πρόβλεψης εντός των διάφορων περιοχών των φυσικών επιστημών κατά τη διάρκεια του δέκατου ένατου αιώνα. Όντως, ο ρόλος της πρόβλεψης στην επιστήμη και η επιστημική αξία που είχε τον δέκατο ένατο αιώνα διαφοροποιήθηκε στα διάφορα επιστημονικά πεδία, όπως εκείνα της αστρονομίας, της φυσικής, της χημείας, της βιολογίας και της γεωλογίας. Όπως υποστηρίζει η Oreskes,¹⁷ στις αρχές του δέκατου ένατου αιώνα, η πρόβλεψη ήταν κεντρική στην αστρονομία, τη φυσική και τη χημεία, ενώ αντίθετα αυτό δεν συνέβαινε στη βιολογία ή στις επιστήμες της γης. Ο λόγος αυτής διαφοροποίησης, σύμφωνα με την Oreskes, ήταν η φύση των επιστημών αυτών και η ύπαρξη προβλεπτικών νόμων στα αντίστοιχα πεδία.

Πιο συγκεκριμένα, η Oreskes υποστηρίζει ότι τα αντικείμενα μελέτης της αστρονομίας, της φυσικής και της χημείας έχουν επαναλαμβανόμενα μοτίβα και γεγονότα και ήδη από τις αρχές του δέκατου ένατου αιώνα είχαν καλά ανεπτυγμένους προβλεπτικούς νόμους για τη συμπεριφορά

¹⁵ Βλ. και Schabas 1984.

¹⁶ "The hypothetico-deductive model of science thus elevated prediction to an exalted position. Because hypotheses precede observation - and therefore may be generated entirely independently of it - the only way to know if a hypothesis is any good is to test it through its logical predictions." Oreskes 2000, σελ. 31.

¹⁷ Oreskes 2000.

αυτών των αντικειμένων, κάτι που δεν ίσχυε στη βιολογία ή τη γεωλογία.¹⁸

Το παράδειγμα της εξελικτικής βιολογίας που μπορεί να εξηγήσει φαινόμενα και αλλαγές που έχουν ήδη λάβει χώρα, αλλά την ίδια ώρα αδυνατεί να προβλέψει οτιδήποτε για το μέλλον είναι χαρακτηριστικό για τη συζήτηση περί πρόβλεψης και της επιστημικής αξίας της. Η θεωρία του Δαρβίνου είναι ένα παράδειγμα θεωρίας που η αξία της κρίνεται μόνο στην εξήγηση, ενώ παράλληλα είναι ενδεικτική περίπτωση της ασυμμετρίας μεταξύ εξήγησης και πρόβλεψης. Το γεγονός, δηλαδή, ότι μια θεωρία μπορεί να εξηγήσει ένα φαινόμενο δεν σημαίνει απαραίτητα ότι μπορεί να το προβλέψει και αντιστρόφως.¹⁹

Από την άλλη μεριά, οι Eric Scerri και John Worrall τονίζουν μια διαφορά μεταξύ της φυσικής και της χημείας σε σχέση με την πρόβλεψη, βασιζόμενοι σε δυο περιπτώσεις, αυτή της κηλίδας του Fresnel και του περιοδικού πίνακα του Mendeleev.²⁰ Η ειδοποιός διαφορά έχει να κάνει με τη μαθηματικοποίηση του κάθε πεδίου.

Οι Scerri και Worrall υποστηρίζουν ότι στην περίπτωση της κηλίδας του Fresnel, όπως και σε πολλές άλλες περιπτώσεις στη φυσική, υπήρχε “μια πολύ καθορισμένη μαθηματικά παραγόμενη συνεπαγωγή από μια ακριβή θεωρία,”²¹ ενώ στη χημεία υπήρχε ένα “γενικό και περισσότερο χαλαρό πλαίσιο”²² εντός του οποίου τοποθετείται και το έργο του Mendeleev.

Υπό αυτό το πρίσμα, οι Scerri και Worrall υποστηρίζουν ότι η θεωρία του Fresnel κατέληγε σε πολύ “ακριβείς γενόμενες υπό όρους προβλέψεις,”²³ ενώ στον περιοδικό πίνακα του Mendeleev στην καλύτερη περίπτωση είχε να κάνει κανείς “με μια άμεση και όχι υπό όρους προφητεία”,²⁴ ότι δηλαδή υπήρχαν και άλλα στοιχεία που μπορούσαν να βρεθούν. Επίσης, ο Scerri έχει αλλού υποστηρίξει ότι εάν η πρόβλεψη είναι λιγότερο συγκεκριμένη και δεν είναι διατυπωμένη με μαθηματικούς όρους, τότε δεν έχει τέτοιο αντίκτυπο στη φαντασία των επιστημόνων και σε αυτό αποδίδει τη διαφορετική θέση της πρόβλεψης στη φυσική από τη χημεία.²⁵

Αυτή η άποψη, δηλαδή, ότι η φύση της επιστήμης και η μαθηματικοποίηση της με την ύπαρξη ποσοτικών προβλεπτικών νόμων είναι σημαντική

¹⁸ Βλ. Oreskes 2000, σελ. 29.

¹⁹ Βλ. και Scriven 1959.

²⁰ Τις περιπτώσεις αυτές, της κηλίδας του Fresnel και του περιοδικού πίνακα του Mendeleev, τις έχουν μελετήσει αναλυτικά στα άρθρα τους οι Worrall 1989 και Scerri & Worrall 2001 αντίστοιχα. Η σημασία της για την εδραίωση της κυματικής φύσης του φωτός έχει συζητηθεί από πολλούς επιστήμονες και ιστορικούς της επιστήμης. Βλ. E.T. Whittaker 1951, Kuhn 1962, Worrall 1989.

²¹ “a very definite mathematically derived entailment from a precise theory,” Scerri & Worrall 2001, σελ. 440.

²² “a general and rather loose framework,” Αυτ., σελ. 440.

²³ “precise conditional predictions,” Αυτ., σελ. 440.

²⁴ “a direct non-conditional prophecy,” Αυτ., σελ. 440.

²⁵ Βλ. Scerri 1996.

για τη θέση και το ρόλο της πρόβλεψης σε αυτή, δεν έχει εκφραστεί μόνο από ιστορικούς της επιστήμης, αλλά και από τα ίδια τα δρώντα υποκείμενα. Ο Sir George Biddell Airy, ο φημισμένος μαθηματικός και αστρονόμος που επί πολλά χρόνια υπήρξε ο Βασιλικός Αστρονόμος,²⁶ στο βιβλίο του *Tides and Waves*, το οποίο δημοσιεύτηκε το 1845, ανέφερε χαρακτηριστικά για τις θεωρίες που εξηγούν τις παλίρροιες και τις αντίστοιχες προβλέψεις.

Πριν εισέλθουμε σε οποιαδήποτε από τις θεωρίες που εξηγούν τις Παλίρροιες, πρέπει να αναφερθούμε στην ανεπάρκειά τους, ίσως όχι στην εξήγηση των γεγονότων που έχουν ήδη παρατηρηθεί, αλλά σίγουρα στην πρόβλεψη νέων. Αυτή η ανεπάρκεια δεν φαίνεται να προκύπτει από κανένα ελάττωμα στις αρχές στις οποίες βασίζεται η θεωρία, (αν και ίσως η άγνοιά μας για τους νόμους της τριβής μεταξύ των σωματιδίων του νερού και μεταξύ του νερού και των πλευρών των καναλιών που το περιέχουν μπορεί να θεωρείται αποτυχία αυτού του είδους), αλλά από την εξαιρετική δυσκολία της μαθηματικής διερεύνησης των κινήσεων των ρευστών κάτω από όλες τις διάφορες συνθήκες στις οποίες βρίσκονται τα νερά της θάλασσας και των ποταμών.²⁷

Όπως φαίνεται από το παραπάνω απόσπασμα, ο Airy συνέδεσε με άμεσο τρόπο την έλλειψη προβλέψεων σε σχέση με τις παλίρροιες με τη δυσκολία της μαθηματικής διερεύνησης των κινήσεων των ρευστών στις δεδομένες συνθήκες. Ένας καλά εδραιωμένος νόμος, μαζί με τη μαθηματική του διατύπωση που μπορεί να περιγράψει ένα φαινόμενο (στη συνθετότητά του), μπορεί να οδηγήσει στις αντίστοιχες προβλέψεις. Η αντίστοιχη έλλειψη ενός μαθηματικού νόμου ή η δυσκολία εφαρμογής λόγω συνθετότητας είναι ανασχετικός παράγοντας για μια επιστημονική πρόβλεψη. Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι στα κύρια πεδία των ενδιαφερόντων του Airy υπήρχαν προβλεπτικοί νόμοι για αρκετά από τα φαινόμενα που μελετούσαν, και συνεπώς η σύγκριση με τη μελέτη των παλίρροιών και τις αντίστοιχες προβλέψεις ήταν άμεση στη δική του οπτική.

Ο John Henry Poynting, ο Άγγλος φυσικός που έμεινε κυρίως γνωστός για το ομώνυμο διάνυσμα στη φυσική, περιέγραψε τις τάσεις των

²⁶ Ο Airy κατείχε αυτή τη θέση από το 1835 ως το 1881.

²⁷ “Before entering upon either of the theories explaining the Tides, we must allude to their inadequacy, perhaps not to the explanation of the facts already observed, but certainly to the prediction of new ones. This inadequacy does not appear to arise from any defect in the principles upon which the theory is based, (although perhaps our ignorance of the laws of friction among the particles of water, and between water and the sides of the channels which contain it may be considered a failure of this kind,) but from the extreme difficulty of investigating mathematically the motions of fluids under all various circumstances in which the waters of the sea and of the rivers are found.” Airy 1845, σελ. 243. Έμφραση όπως στο πρωτότυπο.

φυσικών σε σχέση με τους νόμους, την εξήγηση και την πρόβλεψη, στην ομιλία του στον τομέα Μαθηματικών και Φυσικής της 69ης συνεδρίασης της British Association for the Advancement of Science, που διεξήχθη στο Dover το Σεπτέμβριο του 1899.

Στην αρχή της ομιλίας του ο Poynting σχολιάζει το γεγονός ότι οι φυσικοί έχουν φτάσει σε ένα σημείο σύγκλισης ως προς τη θεώρηση τους για τους νόμους, τις εξηγήσεις και τις υποθέσεις που κάνουν. Σύμφωνα με εκείνον, οι νόμοι της φύσης είναι “σύντομες περιγραφές των παρατηρούμενων ομοιοτήτων”.²⁸ Η θέση του για την επιστημονική μέθοδο που εδράζεται στις ομοιότητες περιγράφεται από τον ίδιο ως εξής:

[Αλλά] οι παρατηρούμενες ομοιότητες μας επιτρέπουν να ταξινομήσουμε ένα μεγάλο αριθμό γεγονότων μαζί, να δώσουμε γενικές περιγραφές και πράγματι να φτιάξουμε αντί για κατάλογο, ένα ευανάγνωστο βιβλίο επιστήμης, με νόμους ως τίτλους των κεφαλαίων.²⁹

Ο Poynting αναφέρει ότι οι νόμοι θεωρούνταν παλιά “σταθεροί νόμοι της φύσης,” ενώ στην εποχή εκείνη ήταν “απλές περιγραφές.”³⁰ Για τον Poynting, η παραδοχή ότι οι ομοιότητες του μέλλοντος είναι ίδιες με του παρελθόντος είναι αυτό που επιτρέπει τις προβλέψεις από μεριάς των επιστημόνων. Η βασική θέση του Poynting είναι ότι η φυσική και οι νόμοι της στοχεύουν στην περιγραφή και την πρόβλεψη. Χρησιμοποιώντας τις υποθέσεις των ατόμων ή του αιθέρα, υποστηρίζει ότι “για έναν αυστηρά περιγραφικό φυσικό η μόνη τους χρήση και ενδιαφέρον θα ήταν η υπηρεσία τους στην πρόβλεψη των αλλαγών που πρόκειται να συμβούν στη χονδροειδή ύλη.”³¹

Όσο για την εξήγηση, η τοποθέτηση του Poynting είναι ιδιαίτερα διαφορετική για τη δική του οπτική γωνία επί του θέματος

Ταυτόχρονα με την αλλαγή στην αντίληψή μας για τον φυσικό νόμο, επήλθε μια αλλαγή στην αντίληψή μας για τη φυσική εξήγηση. [...] Από καθαρά φυσική ή περιγραφική άποψη, η ιδέα της αιτίας είναι εντελώς άτοπη. Στην περιγραφή μας απασχολεί αποκλειστικά το “πώς” των πραγμάτων και το “γιατί” τους το αφήνουμε σκόπιμα εκτός μελέτης. Εξηγούμε ένα γεγονός όχι όταν ξέρουμε το “γιατί” συνέβη, αλλά όταν ξέρουμε “πώς” είναι σαν κάτι άλλο το

²⁸ “brief descriptions of observed similarities,” Poynting 1899, σελ. 386.

²⁹ “But the similarities observed enable us to class large numbers of events together, to give general descriptions, and indeed to make instead of a directory, a readable book of science, with laws as the headings of the chapters.” Poynting 1899, σελ. 386.

³⁰ “Fixed Laws of Nature” και “mere descriptions” οι όροι που χρησιμοποιεί ο Poynting. Βλ. Αυτ., σελ. 386.

³¹ “To a strictly descriptive physicist their only use and interest would lie in their service in prediction of the changes which are to take place in gross matter.” Αυτ., σελ. 391.

οποίο συμβαίνει αλλού ή άλλοτε - όταν στην πραγματικότητα μπορούμε να το συμπεριλάβουμε ως περίπτωση που περιγράφεται από κάποιον νόμο που έχει ήδη προταθεί.³²

Αμέσως παρακάτω ο Poynting υποστηρίζει ότι σκοπός της εξήγησης είναι η μείωση του αριθμού των φυσικών νόμων, δείχνοντας ότι αρχικά διαφορετικοί νόμοι μπορούν να ενοποιηθούν σε έναν. Συνεπώς, για τον Poynting υπάρχει μια σαφής εννοιολογική αλλαγή του τι σημαίνει “εξήγηση” ή “νόμος.” Αυτή η μετατόπιση που απομάκρυνε τους φυσικούς από την αιτία και περιόρισε το σκοπό της επιστήμης στην περιγραφή και την πρόβλεψη είναι κομβικής σημασίας για την κατανόηση της θέσης του Poynting και της εποχής.³³

Η ανάδυση αυτού του ρεύματος σκέψης στους φυσικούς έχει μελετηθεί από τον John Heilbron στο άρθρο του «Fin-De-Siecle Physics». Σε αυτό το άρθρο ο Heilbron υποστηρίζει ότι στο τέλος του δέκατου αιώνα, είχε επικρατήσει ο “περιγραφισμός” (“descriptionism”), τουλάχιστον στη ρητορική των φυσικών της εποχής, χαρακτηριστικά δείγματα της οποίας ήταν οι λόγοι στις επιστημονικές ενώσεις και κοινότητες όπως της British Association for the Advancement of Science και της American Association for the Advancement of Science. Για τον Heilbron, αυτή η επικράτηση είχε να κάνει με την προσπάθεια των φυσικών να εξασφαλίσουν τόσο την εσωτερική (στο πεδίο τους) συναίνεση όσο και τη θέση τους στην κοινωνία. Χωρίς εδώ να υιοθετείται η θέση ότι ο περιγραφισμός είχε επικρατήσει στα τέλη του 19ου αιώνα, αυτό που έχει σημασία είναι η θέση και ο ρόλος της πρόβλεψης στη ρητορική των φυσικών που εντάσσονται σε αυτό το ρεύμα.

Ο Heilbron τονίζει ότι είναι εκτός του πεδίου της δικής του έρευνας σε πιο βαθμό όντως οι επιστήμονες πίστευαν πλήρως όσα δημόσια υποστήριζαν. Επιπλέον, κάνει την ενδιαφέρουσα επισήμανση ότι οι φυσικοί αναφέρονταν σε επιστημολογικά θέματα μόνο στις καλά προετοιμασμένες δημόσιες τοποθετήσεις τους, ενώ στην πειραματική τους πρακτική δεν υπεισέρχονταν σε τέτοιου είδους θέματα.

Σύμφωνα λοιπόν με τον Heilbron, ενώ οι φυσικοί τη δεκαετία του 1870 υπερασπίζονταν την άποψη ότι “η επιστήμη τους αναζητούσε την αλήθεια με τη μορφή αμετάβλητων αρχών,”³⁴ στο γύρισμα του αιώνα αυτό είχε αλλάξει και οι φυσικοί είχαν αποσυρθεί από τα μεγάλα ερωτήματα

³² “Concurrently with the change in our conception of physical law has come a change in our conception of physical explanation. [...] On the purely physical or descriptive view, the idea of cause is quite out of place. In description we are solely concerned with “how” of things and their “why” we purposely leave out of account. We explain an event not when we know “why” it happened, but when we know “how” it is like something else happening elsewhere or otherwhen - when, in fact we can include it as a case described by some law already set forth.” Αυτ., σελ. 388.

³³ Σε αυτό το άρθρο ο Heilbron ακολουθεί τον Paul Forman και τοποθετεί τον “περιγραφισμό” στο πολιτιστικό του περιβάλλον. Βλ. και Staley 2008.

³⁴ Heilbron 1982, σελ. 52.

με μια ταυτόχρονη οπισθοχώρηση όσον αφορά την αλήθεια των θεωριών τους. Με τον όρο ομπρέλα “περιγραφισμός” ο Heilbron καλύπτει τον ελάχιστο κοινό παρονομαστή του νομιναλισμού, της συμβασιοκρατίας, του οπερασιοναλισμού, κ.α., όπως ο ίδιος αναφέρει στο άρθρο του.

Ο Heilbron περιγράφει έτσι την *laissez-faire* φυσική των Βρετανών που ήταν αποδεσμεύμενοι από την αλήθεια.³⁵ Στους υποστηρικτές αυτής της περιγραφικής μεθόδου, ο Heilbron συγκαταλέγει τόσο τον Poynting όσο και τον Arthur Schuster, ο οποίος υποστήριζε ότι η υπερβολική σαφήνεια στις φυσικές μελέτες μπορεί να είναι επιζήμια.³⁶

Ο Sir Franz Arthur Friedrich Schuster, διάσημος φυσικός του δέκατου ένατου αιώνα που ασχολήθηκε κυρίως με τη φασματοσκοπία, αλλά και με πολλές άλλες περιοχές της φυσικής, και ο οποίος εκτός των άλλων συνεργάστηκε και με τον Lord Rayleigh στον καθορισμό του Ohm, φαίνεται να ακολουθεί την ίδια συλλογιστική πορεία, δεκαετίες αργότερα, όταν περιγράφει τους κοινούς σκοπούς της επιστήμης και της ανθρωπότητας, στην προεδρική του ομιλία στην 85η συνεδρίαση της British Association for the Advancement of Science που διεξάγεται στο Μάντσεστερ στις 7-11 Σεπτεμβρίου του 1915.³⁷

Σε αυτή την ομιλία, ο Schuster ξεκινάει περιγράφοντας τις διαφορετικές κοινότητες των επιστημόνων, των καλλιτεχνών, των επιχειρηματιών και των φιλοσόφων με τα διαφορετικά, αλλά και αντικρουόμενα πολλές φορές, συμφέροντά τους, προσπαθώντας να βρει το κοινό νήμα που συνδέει τους σκοπούς και τα βαθύτερα αισθήματα που μοιράζονται τα μέλη αυτών των κοινοτήτων. Καταλήγει έτσι στο συμπέρασμα ότι σε ένα βαθύτερο επίπεδο υπάρχουν περισσότερες συγκλίσεις παρά διαφορές και στη συνέχεια προσπαθεί να στοιχειοθετήσει πιο συγκεκριμένα τη σύμπλευση των σκοπών της επιστήμης και της βιομηχανίας.

Στην ομιλία του αυτή, ο Schuster προσπάθησε να σταθεί και να περιγράψει τα κίνητρα των επιστημόνων, εστιάζοντας στις διανοητικές προκλήσεις και ικανοποιήσεις που λαμβάνουν αντίστοιχα όσο και στις επικλήσεις που κάνουν στο συναίσθημα. Εντούτοις, ο Schuster υποστήριξε ότι δεν υπάρχουν εγγενείς ιδιαιτερότητες στον επιστημονικό νου.³⁸ Αυτή η θέση του είναι κομβικής σημασίας, καθώς είναι η βάση πάνω στην οποία αναζητεί τα κίνητρα των επιστημόνων. Από αυτή τη σκοπιά υπερασπίζεται ότι είναι λάθος να θεωρούνται αυτά τα κίνητρα ως ανώτερου επιπέδου σε σχέση με την υπόλοιπη ανθρωπότητα.

Ο Schuster αναφέρεται στην επιστημονική μέθοδο ως εκείνη τη μέθοδο που οδηγεί στα σωστά αποτελέσματα και η οποία επιτυγχάνεται μέσα από την επιστημονική εκπαίδευση και κατάρτιση. Στη συνέχεια, ο Schuster αναφέρεται και στον ρόλο της πρόβλεψης στην επιστήμη. Όπως

³⁵ Βλ. Αυτ., σελ. 54.

³⁶ Βλ. Αυτ., σελ. 54.

³⁷ Schuster 1915.

³⁸ Αυτ., σελ. 403-405.

χαρακτηριστικά αναφέρει, “αν αναγκαζόταν να κάνει μια επιλογή, το αντικείμενο της επιστήμης είναι να προβλέπει το μέλλον.”³⁹

Ο ίδιος εξηγεί ότι παλαιότερα ήταν δημοφιλής η άποψη ότι οι νόμοι της φύσης συνιστούν μια εξήγηση των φαινομένων και μέσω αυτής μπορούμε να προσεγγίσουμε τη σκέψη του Δημιουργού, εντούτοις την περίοδο εκείνη είχε επικρατήσει η αντιδιαμετρική άποψη ότι δεν μπορούμε να εξηγήσουμε τίποτα και ότι μόνο καταγράφουμε γεγονότα.

Προσπαθώντας να τοποθετηθεί ανάμεσα σε αυτές τις δυο απόψεις, ο Schuster χρησιμοποιεί ένα παράδειγμα από την αστρονομία. Με βάση το παράδειγμα του, η καταγραφή αστρονομικών παρατηρήσεων ήταν σημαντική και αποτέλεσε ένα πρώτο βήμα, όμως δεν συνιστούσε μια επιστημονική έρευνα. Οι τρεις νόμοι του Κέπλερ ήταν μια πιο εκλεπτυσμένη περιγραφή, και έπειτα προτάθηκε ο νόμος της παγκόσμιας έλξης του Νεύτωνα ο οποίος επιτυχημένα προέβλεψε τις κινήσεις των πλανητών.⁴⁰

Κατά τη γνώμη του Schuster, η απλότητα και η ακρίβεια του νόμου της παγκόσμιας έλξης που δίνει ακριβείς προβλέψεις είναι εκείνο το στοιχείο που δίνει στη αστρονομία την προεξέχουσα θέση σε σχέση με όλες τις άλλες επιστήμες.⁴¹

Γενικεύοντας, ο Schuster υποστηρίζει για την επιστήμη:

Πράγματι, αν ταξινομήσουμε τους διαφορετικούς τομείς στους οποίους μπορεί να χωριστεί η επιστήμη, νομίζω ότι μπορεί να ειπωθεί ότι ο στόχος τους, στο βαθμό που δεν είναι καθαρά χρηστικός, είναι πάντα ιστορικός ή προφητικός, και για τον μαθηματικό, η ιστορία είναι μόνο προφητεία που επιδιώκεται προς την αρνητική κατεύθυνση. Δεν αποτελεί επιχείρημα ενάντια στον ορισμό μου για τα αντικείμενα της επιστήμης, ότι ένα μεγάλο τμήμα των υποδιαιρέσεων της έχει ασχοληθεί, και σε κάποιο βαθμό εξακολουθεί να ασχολείται κυρίως με την ανακάλυψη και την ταξινόμηση των γεγονότων. Διότι μια τέτοια ταξινόμηση μπορεί να είναι μόνο ένα πρώτο βήμα, προετοιμάζοντας το δρόμο για μια συσχέτιση στην οποία πρέπει να εισέλθει το στοιχείο του χρόνου, και που, ως εκ τούτου, πρέπει τελικά να εξαρτάται είτε από την ιστορία είτε από την προφητεία.⁴²

³⁹ Αυτ., σελ. 410.

⁴⁰ Ο Schuster αναφέρει αναλυτικά και τις θέσεις του Kirchhoff ότι το αντικείμενο της επιστήμης είναι η περιγραφή της φύσης και του Poincaré ότι η αναζήτηση του ωραίου και η επίτευξη του χρήσιμου είναι στενά συνδεδεμένες. Βλ. Αυτ., σελ. 406-409.

⁴¹ Αυτ., σελ. 410-411.

⁴² “Indeed, if we classify the different sections into which science may be divided, I think it may be said that their aim, in so far as it is not purely utilitarian, is always historic or prophetic; and to the mathematician, history is only prophecy pursued in the negative direction. It is no argument against my definition of the objects of science, that a large section of its subdivisions has been, and to some extent still is mainly occupied

Το παραπάνω απόσπασμα είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον από αρκετές απόψεις. Πρώτον, είναι ενδεικτικό για τη θέση και την αξία της πρόβλεψης στην επιστήμη στην οπτική του Schuster. Για εκείνον, είναι οργανικό στοιχείο της και απώτερος στόχος της. Δεύτερον, φαίνεται η σύνδεση της πρόβλεψης με την ύπαρξη αντίστοιχων νόμων. Αυτή η σύνδεση ήταν χαρακτηριστική και στο παράδειγμα της αστρονομίας, στο οποίο αναφέρθηκε ο Schuster αμέσως προηγούμενα. Τρίτον, οι όροι που χρησιμοποιούνται – ιστορικός, προφητικός - και πιο συγκεκριμένα η χρήση του όρου “προφητεία” (ο οποίος αναφέρεται στην πρόβλεψη) στην περιγραφή των σκοπών της επιστήμης είναι ενδεικτικοί της επανανοηματοδότησης των εννοιών μέσα στο χρόνο, επιβεβαιώνοντας την πρότερη ταύτισή τους.

Με αφορμή τα παραπάνω, μπορεί κανείς να εξετάσει δυο άλλα ζητήματα που έχουν τεθεί στη βιβλιογραφία σε σχέση με την πρόβλεψη στις επιστήμες. Το πρώτο από αυτά, στο οποίο αναφερθήκαμε και προηγούμενα, είναι η συγκριτική αξία της εξήγησης και της πρόβλεψης σε μια επιστημονική θεωρία. Το ζήτημα αυτό, όπως είδαμε, αποτελεί ένα ανοιχτό ερώτημα για τη φιλοσοφία της επιστήμης, η απάντηση του οποίου όμως δεν μπορεί να δοθεί αχρονικά, αλλά πρέπει να δοθεί ιστορικά.

Στην προεδρική του ομιλία, ο Schuster φαίνεται να προκρίνει τις προβλέψεις στην επιστήμη. Αναφέρει ανοιχτά ότι αν έπρεπε να διαλέξει ένα βασικό στόχο της επιστήμης, αυτός θα ήταν η πρόβλεψη του μέλλοντος. Ταυτόχρονα, ολόκληρη η ομιλία του Schuster διαπνέεται από την ιδέα ότι οι νόμοι της φυσικής δεν συνιστούν μια εξήγηση των φαινομένων και του κόσμου και ότι η έμφαση στην εξήγηση ήταν χαρακτηριστικό μιας προηγούμενης περιόδου.⁴³ Φαίνεται, λοιπόν, ότι ο Schuster αναγνωρίζει μια διαφοροποίηση της επιστημικής αξίας της εξήγησης μέσα στο χρόνο, η οποία συνδέεται άμεσα με το πώς αντιλαμβάνεται κανείς τους φυσικούς νόμους. Παράλληλα, η έμφαση στις προβλέψεις από μεριάς του θα μπορούσε να είναι προϊόν ακριβώς αυτής της οπισθοχώρησης σε σχέση με την εξήγηση.

Αν και ο Schuster τονίζει ότι οι επιστήμονες—φιλόσοφοι της εποχής πήγαν σχεδόν στο άλλο άκρο, υποστηρίζοντας ότι δεν γνωρίζουμε τίποτα παρά μόνο καταγράφουμε γεγονότα, και ο ίδιος παίρνει αποστάσεις από αυτή την ακραία εκδοχή, παραμένει γεγονός ότι προβάλλει και εκείνος την περιγραφική μέθοδο για την φυσική και, υπό αυτή την έννοια, οι εκτεταμένες αναφορές του στον Kirchhoff και τον Poincaré δεν είναι διόλου τυχαίες.⁴⁴

with the discovery and classification of facts; because such classification can only be a first step, preparing the way for a correlation into which the element of time must enter, and which therefore ultimately must depend either on history or prophecy.” Αυτ. σελ. 411.

⁴³ Ο Schuster χαρακτηριστικά αναφέρει “As a corrective to the older visionary claims, which centered round the meaning of the word “explain,” the view that the first task of science is to record facts has no doubt had a good influence.” Αυτ. Σελ. 409.

⁴⁴ Σύμφωνα με τον Heilbron, οι Kirchhoff και Poincaré μαζί με τον Pearson ήταν από τους βασικούς εκπρόσωπους του “περιγραφισμού”.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συζήτηση γύρω από την πρόβλεψη στις φυσικές επιστήμες είναι ένα ζήτημα το οποίο πρέπει να μελετηθεί στην ιστορική του προοπτική. Συχνά η φιλοσοφική συζήτηση γύρω από την πρόβλεψη στέκεται στη συγκριτική επιστημική της αξία σε σχέση με την εξήγηση ήδη γνωστών φαινομένων. Εντούτοις, η θέση και ο ρόλος της πρόβλεψης διαφοροποιήθηκαν τόσο μέσα στο χρόνο όσο και στα διάφορα επιστημονικά πεδία και, συνεπώς, τα φιλοσοφικά ερωτήματα γύρω από την πρόβλεψη πρέπει να τίθενται ιστορικά και όχι αchronικά.

Τον δέκατο ένατο αιώνα η ίδια η έννοια της πρόβλεψης επανανοηματοδοτήθηκε μέσα από την προσπάθεια των επιστημόνων να τη συνδέσουν με την επιστημονική μέθοδο, την οποία θεωρούσαν ως τη μόνη αξιόπιστη για την παραγωγή επιστημονικής γνώσης. Η επανανοηματοδότηση της πρόβλεψης ήταν έτσι και ένας τρόπος να διαχωρίσουν την επιστήμη τους από την αστρολογία ή τη θεολογία. Από την άλλη μεριά, η πρόβλεψη δεν έφερε την ίδια επιστημική αξία στην αστρονομία, τη φυσική, τη χημεία ή τη βιολογία. Ένας σημαντικός παράγοντας που έπαιζε σημαντικό ρόλο για τη θέση και την αξία της πρόβλεψης ήταν η ίδια η φύση της επιστήμης, η μαθηματικοποίηση της και η ύπαρξη ποσοτικών προβλεπτικών νόμων. Έτσι η πρόβλεψη ήταν κεντρική στην αστρονομία ή τη φυσική και λιγότερο στη χημεία ή τη βιολογία. Όσον αφορά δε τη θεωρία του Δαρβίνου, εκεί η πρόβλεψη ήταν εντελώς εκτός συζήτησης και οι κρίσεις επί της θεωρίας γίνονταν μόνο στο επίπεδο των εξηγήσεων που έδινε για φαινόμενα που ήδη είχαν συμβεί.

Δυο ακόμη σημεία αξίζει να σημειώσουμε εδώ σε σχέση με τη θέση και τον ρόλο της πρόβλεψης τον δέκατο ένατο αιώνα. Το πρώτο από αυτά έχει να κάνει με το γεγονός ότι οι πρώιμοι υποστηρικτές του υποθετικο-παραγωγικού προτύπου, όπως ήταν ο Jevons ή ο Whewell, απέδιδαν στην πρόβλεψη μεγάλη επιστημική αξία, τονίζοντας ότι οι νέες προβλέψεις είναι χαρακτηριστικό μόνο των αληθών θεωριών. Η εξαγωγή των υποθέσεων ή αρχών από τις οποίες προκύπτουν μετά παραγωγικά μια σειρά φαινόμενα φαίνεται να συμπλέει με μια προεξέχουσα θέση για την πρόβλεψη και, υπό αυτή την έννοια, η θέση της Oreskes για τη θέση της πρόβλεψης στο υποθετικο-παραγωγικό πρότυπο της επιστήμης του 20ου αιώνα φαίνεται να επιβεβαιώνεται.

Το δεύτερο σημείο που εξετάσαμε σε αυτό το άρθρο έχει να κάνει με το περιγραφικό ρεύμα στη φυσική του τέλους του δέκατου ένατου αιώνα. Οι ομιλίες των Poynting και Schuster, στις οποίες αναφερθήκαμε εκτενώς, προέβαλαν αντίστοιχες απόψεις για τους νόμους της φυσικής, την εξήγηση και την πρόβλεψη. Αμφότεροι περιέγραψαν την αλλαγή στη στάση των φυσικών απέναντι στις προαναφερθείσες έννοιες. Φαίνεται ότι η απόσυρση των φυσικών από τα μεγάλα ερωτήματα και από την αλήθεια, άλλαξε το νόημα της εξήγησης και του φυσικού νόμου, περιορίζοντας, τουλάχιστον στη ρητορική τους, τον σκοπό της φυσικής στην

περιγραφή και την πρόβλεψη. Στην οπτική των Poynting και Schuster, αυτή η αλλαγή στάσης, μαζί με την ύπαρξη ποσοτικών νόμων και επαναλαμβανόμενων μοτίβων στο πεδίο της φυσικής, φαίνεται να επηρέασε καθοριστικά την θέση της πρόβλεψης στην επιστήμη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] K. ANDERSON: *Predicting the weather: Victorians and the science of meteorology*. University of Chicago Press, 2005.
- [2] G. B. AIRY: *Tides and waves*. B. Fellowes, 1845.
- [3] E. BARNES: «On Mendeleev's predictions: comment on Scerri and Worrall». *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 36, no. 4 (2005), 801–812.
- [4] E. BARNES: *The paradox of predictivism*. Cambridge University Press, 2008.
- [5] S. G. BRUSH: «Prediction and theory evaluation: The case of light bending». *Science* 246, no. 4934 (1989), 1124–1129.
- [6] S. G. BRUSH: «The reception of Mendeleev's periodic law in America and Britain». *Isis* 87, no. 4 (1996), 595–628.
- [7] S. G. BRUSH: «Predictivism and the periodic table». *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 38, no. 1 (2007), 256–259.
- [8] S. G. BRUSH & A. SEGAL: *Making 20th Century science: how theories became knowledge*. Oxford University Press, USA, 2015.
- [9] R. COLLINS: «Against the epistemic value of prediction over accommodation». *Nous* 28, no. 2 (1994), 210–224.
- [10] J. F. HANNA: «Explanation, prediction, description, and information theory». *Synthese* 20, no. 3 (1969), 308–334.
- [11] N. R. HANSON: «On the symmetry between explanation and prediction». *The Philosophical Review* 68, no. 3 (1959), 349–358.
- [12] J. L. HEILBRON: «Fin-de-siècle physics». Στο *Science, Technology & Society in the Time of Alfred Nobel*, pp. 51–73. Pergamon, 1982.
- [13] C. G. HEMPEL & P. OPPENHEIM: «Studies in the Logic of Explanation». *Philosophy of Science* 15, no. 2 (1948), 135–175.
- [14] W. S. JEVONS: *The principles of science: A treatise on logic and scientific method*, Vol. 2. Macmillan and Company, 1874.
- [15] T. S. KUHN: *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press, 1962.
- [16] C. MENKE: «The Whewell-Mill debate on predictions, from Mill's point of view». *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 69 (2018), 60–71.
- [17] N. ORESKES: «Why predict? Historical perspectives on prediction in earth science». Στο: *Prediction: Science, decision making, and the future of nature*, D. Sarewitz, R. A. Pielke & R. Byerly (επιμ.). Island Press, 2000, 23–40.
- [18] J. L. PIETRUSKA: *Looking forward: Prediction and uncertainty in modern America*. University of Chicago Press, 2019.
- [19] J. H. POYNTING: «Address to the Mathematical and Physical Section». *Science* 10, no. 247 (1899), 385–396.
- [20] E. R. SCERRI: «Response to Barnes's critique of Scerri and Worrall». *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 36, no. 4 (2005), 813–816.
- [21] E. R. SCERRI: «Stephen Brush, the Periodic Table and the Nature of Chemistry». Στο: *Die Sprache der Chemie, Proceedings of the Second Erlenmeyer Colloquium on Philosophy of Chemistry*, P. Jannich & N. Psarros (επιμ.), 1996, 169–176.
- [22] E. R. SCERRI & J. WORRALL: «Prediction and the periodic table». *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 32, no. 3 (2001), 407–452.
- [23] M. SCHABAS: «The "Worldly Philosophy" of William Stanley Jevons». *Victorian Studies* 28, no. 1 (1984), 129–147.

- [24] I. SCHEFFLER: «Explanation, prediction and abstraction». *The British Journal for the Philosophy of Science* 7, no. 28 (1957), 293–309.
- [25] A. SCHUSTER: «A Presidential Address ON THE COMMON AIMS OF SCIENCE AND HUMANITY». *The Lancet* 186, no. 4802 (1915), 587–595.
- [26] M. SCRIVEN: «Explanation and prediction in evolutionary theory: Satisfactory explanation of the past is possible even when prediction of the future is impossible». *Science* 130, no. 3374 (1959), 477–482.
- [27] R. STALEY: «The fin de siècle thesis». *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 31, no. 4 (2008), 311–330.
- [28] E. W. STRONG: «William Whewell and John Stuart Mill: their controversy about scientific knowledge». *Journal of the History of Ideas* 16, no. 2 (1955), 209–231.
- [29] E. T. WHITTAKER: *A History of the Theories of Aether and Electricity*, 2nd edition, 1951.
- [30] J. WORRALL: «Prediction and the ‘periodic law’: A rejoinder to Barnes». *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 36, no. 4 (2005), 817–826.
- [31] J. WORRALL: «Fresnel, Poisson and the white spot: The role of successful predictions in the acceptance of scientific theories». Στο: *The uses of experiment (135-157)*, D. Gooding, T. Pinch & S. Schaffer (επιμ.). Cambridge University Press, 1989.