

ΕΠΙΜΕΤΡΟ

Η Φιλοσοφία της Επιστήμης του Pierre Duhem:

Μεταξύ επιστήμης και μεταφυσικής¹

Μιλένα Ιβάνοβα & Στάθης Ψύλλος

Το έργο του Pierre Maurice Marie Duhem *La théorie physique, son objet et sa structure* (Ο Σκοπός και η Δομή της Φυσικής Θεωρίας)² αποτελεί, κατά τη γνώμη μας, ένα από τα σημαντικότερα κείμενα στη φιλοσοφία της επιστήμης ανά τους αιώνες. Εκδόθηκε για πρώτη φορά το 1906 και επανεκδόθηκε το 1914. Στη δεύτερη έκδοση προστέθηκαν δύο ακόμη εργασίες του Duhem, «Η Φυσική ενός πιστού» (1905) και «Η αξία της φυσικής θεωρίας» (1907), που είχαν ως στόχο να απαντήσουν σε κριτικές που είχαν γίνει στο βιβλίο. Ενώ το βιβλίο γνώρισε επιτυχία όταν πρωτοεκδόθηκε, και άσκησε σημαντική επιρροή στον κύκλο της Βιέννης και κυρίως στον Rudolf Carnap, έγινε πολύ δημοφιλές στον αγγλοσαξονικό κόσμο όταν ο W.V. Quine προσέγγισε τη θέση του Duhem στο άρθρο «Two Dogmas of Empiricism» (1951).

Στην παρούσα μελέτη, επιδιώκουμε να αναλύσουμε τον πυρήνα της σκέψης του Duhem όσον αφορά την φιλοσοφία της επιστήμης και ιδιαίτερα την προσπάθειά του να υπερασπιστεί την αυτονομία της φυσικής ως προς τη μεταφυσική και να αναπτύξει μια φιλοσοφική προσέγγιση στην επιστήμη που κινείται μεταξύ του παραδοσιακού ρεαλισμού και του ινστρουμενταλισμού.

Μεταφυσική και η αυτονομία της επιστήμης

Κεντρική θέση του Duhem είναι ότι για να ασκούν οι επιστήμονες την επιστήμη με επιτυχία δεν χρειάζεται να γνωρίζουν εάν πίσω από τα αντιληπτά φαινόμενα υπάρχει μία

¹ Η έρευνα για το παρόν κείμενο συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και Εθνικούς Πόρους (ΕΠΑΕΚΙΙ) Πυθαγόρας ΙΙ.

² Πολλές από τις ιδέες που παραθέτει ο Duhem στο βιβλίο προϋπήρχαν σε εργασίες που είχαν δημοσιευτεί. Για παράδειγμα το πρώτο κεφάλαιο του βιβλίου, «Φυσική θεωρία και μεταφυσική εξήγηση», είχε είδη δημοσιευτεί ως «Φυσική και Μεταφυσική» (1893), το δεύτερο, «Φυσική θεωρία και φυσική ταξινόμηση», προϋπήρχε ως «Στοχασμοί για τον στόχο της Φυσικής Θεωρίας» (1892).

μη παρατηρήσιμη πραγματικότητα. Το αν αυτή η βαθύτερη πραγματικότητα υπάρχει ή όχι δεν πρέπει να απασχολεί τον επιστήμονα, αφού ο στόχος της επιστήμης δεν είναι να την περιγράψει. Η άποψη αυτή είναι συναφής με τη φιλοσοφική θέση που αποκαλείται ινστρουμενταλισμός (εργαλειοκρατία). Συνήθως, ο ινστρουμενταλισμός εμφανίζεται με δύο μορφές, μια εξαλειπτική και μια μη-εξαλειπτική. Και στις δύο εκδοχές, ο επιστήμονας δεν οφείλει να αναζητά μία μη-παρατηρήσιμη πραγματικότητα πίσω από τα αντιληπτά φαινόμενα. Ωστόσο, η μη-εξαλειπτική εκδοχή δεν παίρνει θέση για το αν όντως υπάρχει ή όχι μία τέτοια πραγματικότητα (και άρα, υπό μία έννοια θέτει σε παρένθεση το όλο θέμα της ύπαρξης ενός μη-παρατηρήσιμου κόσμου), ενώ αντίθετα η εξαλειπτική εκδοχή υποστηρίζει πως η επιστήμη δεν οφείλει να έχει ως στόχο τίποτα πέραν από τα εμπειρικά φαινόμενα ακριβώς διότι δεν υπάρχει τίποτα πέρα από αυτά.

Ποιος λοιπόν είναι ο στόχος της φυσικής θεωρίας; Η συνήθης άποψη, η οποία υιοθετήθηκε από τους υποστηρικτές της ατομικής θεωρίας, είναι ότι ο στόχος της φυσικής θεωρίας είναι να εξηγήσει ένα σύνολο από εμπειρικούς νόμους. Για τον Duhem, όμως, η φυσική θεωρία αποτελεί ένα αφηρημένο σύστημα που συνοψίζει και ταξινομεί λογικά ένα σύνολο από εμπειρικούς νόμους χωρίς να απαιτείται να τους εξηγήσει. Το ίδιο το αίτημα της εξήγησης της εμπειρικής πραγματικότητας υπερβαίνει τα όρια της επιστήμης και προσιδιάζει στη μεταφυσική. Εκκινώντας από εμπειριστικές προκείμενες, ο Duhem θεωρεί ότι ο ανθρώπινος νους δεν μπορεί να γνωρίσει τη βαθύτερη δομή του κόσμου (τις κρυμμένες ουσίες των πραγμάτων, όπως αναφέρει ο ίδιος), αλλά μόνο τα φαινόμενα, που αποτελούν το αποτέλεσμά τους. Το αίτημα της εξήγησης (*explication*) για τον Duhem συνίσταται στο να «απογυμνώσουμε την πραγματικότητα από τα φαινόμενα που την καλύπτουν ως ένα πέπλο, για να δούμε την πραγματικότητα καθεαυτή» (1906, 6). Όμως, η παρατήρηση των φαινομένων δεν μας θέτει σε μία άμεση σχέση με την πραγματικότητα που κρύβεται πίσω από αυτά, αλλά μας δίνει μόνο τη δυνατότητα να συλλαμβάνουμε τα ίδια τα αντιληπτά φαινόμενα σε μία συγκεκριμένη μορφή (μια μορφή που, κατά τον Duhem, είναι εμποτισμένη από θεωρία). Οι πειραματικοί νόμοι τους οποίους αναζητά και ταξινομεί η επιστήμη δεν έχουν, έτσι ή αλλιώς, ως αντικείμενό τους την υλική πραγματικότητα, αλλά τα αντιληπτά φαινόμενα στην γενική και αφηρημένη τους μορφή.

Όταν η φυσική θεωρία εκλαμβάνεται ως εξήγηση, ο στόχος της είναι ακριβώς να διαρρήξει το πέπλο των φαινομένων και να συλλάβει τη φυσική πραγματικότητα. Αυτό όμως προϋποθέτει ότι πρέπει να δεχτούμε εκ των προτέρων ότι πίσω από τα αντιληπτά φαινόμενα, που εμείς αντιλαμβανόμαστε με τις αισθήσεις μας, κρύβεται μία

πραγματικότητα διαφορετική από τα ίδια τα φαινόμενα. Ο Duhem θεωρεί αυτήν την προϋπόθεση ως θεμελιωδώς μεταφυσική – εμπίπτουσα εκτός των ορίων της επιστήμης. Δεν ισχυρίζεται ότι η προϋπόθεση αυτή είναι ψευδής. Δεν αποδέχεται την ανυπαρξία μιας βαθύτερης μη-παρατηρήσιμης πραγματικότητας. Αυτό θα ήταν μια εξίσου μεταφυσική θέση – και άρα αυτομάτως εμπίπτουσα εκτός των ορίων της επιστήμης. Ο Duhem θεωρεί ότι το ζήτημα του εάν πίσω από τα αντιληπτά φαινόμενα κρύβεται μία πραγματικότητα που είναι διαφορετική από αυτά καθώς και το ζήτημα της φύσης αυτής της πραγματικότητας, δεν είναι δυνατόν να απαντηθούν από την πειραματική μέθοδο, η οποία ασχολείται μόνο με τα αντιληπτά φαινόμενα και δεν μπορεί να εξερευνήσει τίποτα πέρα από αυτά. Συνεπώς, για τον Duhem αυτά τα δύο ζητήματα δεν απασχολούν τη φυσική, αλλά τη μεταφυσική. Στο βαθμό που ο στόχος της φυσικής θεωρίας είναι να εξηγήσει τους πειραματικούς νόμους, η θεωρητική φυσική δεν είναι αυτόνομη (*autonome*) επιστήμη, αλλά υπάγεται (και υποτάσσεται) στη μεταφυσική. Για τον εμπειριστή Duhem, μεταφυσικό είναι οτιδήποτε υπερβαίνει το πεδίο της εμπειρικής επαλήθευσης και παρατήρησης.

Με βάση αυτά, ο Duhem θέτει ως στόχο της ανάλυσής του να δείξει πώς η φυσική συγκροτείται ως μία αυτόνομη (δηλ. ελεύθερη από μεταφυσική) επιστήμη. Αν και εμπειριστής, ο Duhem δεν αρνείται ότι η μεταφυσική είναι νόμιμη και μπορεί να παρέχει γνώση. Αυτό που τον ενδιαφέρει είναι η κατοχύρωση των ορίων της επιστημονικής γνώσης – σε αντιδιαστολή προς τη μεταφυσική. Υπό αυτήν την έννοια, ο Duhem επιδιώκει να θέσει ένα κριτήριο οριοθέτησης μεταξύ επιστήμης και μεταφυσικής. Για τον Duhem, η γνώση που μας υπόσχεται η μεταφυσική για τα πράγματα είναι πιο βαθιά από αυτήν που μας παρέχει η φυσική. Και όμως, αν και η μεταφυσική μπορεί να κατέχει αυτήν την ανωτερότητα, η φυσική κατέχει κάτι πιο σημαντικό και αυτό είναι η λογική της τάξη. Κάθε μεταφυσική διερεύνηση που αφορά την ύλη δεν μπορεί να διεξαχθεί αν πρώτα δεν έχει αποκτηθεί μια κατανόηση της φυσικής. Δεν μπορεί κανείς να μελετά τα αίτια των φαινομένων χωρίς να έχει μελετήσει τα ίδια τα φαινόμενα. Ένα πλήρες και ικανοποιητικό σώμα γνώσεων ενός συνόλου φαινομένων δεν μπορεί να μας δώσει ένα πλήρες και ικανοποιητικό σώμα γνώσεων των αιτιών που προκαλούν αυτά τα φαινόμενα.

Εάν, λοιπόν, η φυσική θεωρία δεν πρέπει να εκλαμβάνεται ως εξήγηση των φαινομένων, πώς πρέπει να εκλαμβάνεται; Η φυσική θεωρία, για τον Duhem, αποτελεί ένα σύστημα από μαθηματικά θεωρήματα, συναγόμενα από έναν μικρό αριθμό κανόνων, που αποσκοπούν να εκπροσωπούν με όσο το δυνατόν πιο απλό, περιεκτικό και ακριβή τρόπο ένα σύνολο από πειραματικούς νόμους. Οι πειραματικοί νόμοι έχουν να κάνουν με

τα αντιληπτά φαινόμενα στην πιο γενική και αφηρημένη μορφή τους. Αληθής θεωρία, κατά συνέπεια, δεν είναι αυτή που εξηγεί τα φυσικά φαινόμενα σύμφωνα με τη βαθύτερη πραγματικότητα, αλλά η θεωρία που εκπροσωπεί με ικανοποιητικό τρόπο ένα σύνολο από πειραματικούς νόμους. Το κριτήριο αλήθειας της φυσικής θεωρίας είναι η συμφωνία με το πείραμα. Αυτές οι σκέψεις του Duhem είναι, φυσικά, προβληματικές. Είναι φανερό ότι αυτό που θέλει να τονίσει είναι ότι το κριτήριο επιτυχίας μιας θεωρίας δεν είναι η αλήθειά της αλλά η *εμπειρική της επάρκεια*, το γεγονός δηλ. ότι η θεωρία σώζει τα φαινόμενα εντάσσοντάς τα σε ένα μαθηματικό πλαίσιο, που είναι όσο γίνεται περισσότερο περιεκτικό και ενοποιημένο. Ο Duhem, φυσικά, δεν έχει την έννοια της εμπειρικής επάρκειας που πολύ αργότερα διατύπωσε και υπερασπίστηκε ο van Fraassen (1980). (Ούτε φυσικά έχει την έννοια της αλήθειας όπως αργότερα την επεξεργάστηκε ο Tarski.) Γι' αυτό και ο Duhem αμφιταλαντεύεται μεταξύ της θέσης ότι οι θεωρίες (όσον αφορά τις θεωρητικές τους υποθέσεις) στερούνται αληθοτιμών (δηλ. δεν είναι δυνατόν να αποτιμηθούν με όρους αλήθειας και ψεύδους) και της θέσης ότι αν και ψευδείς, οι θεωρίες είναι χρήσιμες φαντασιακές κατασκευές (φιξιοναλισμός³). Σε κάθε περίπτωση, αυτό που τονίζει είναι ότι η αλήθεια και το ψεύδος αφορούν μόνο τις εμπειρικές (και δη παρατηρησιακές) προτάσεις της θεωρίας – η θεωρία ως τέτοια μπορεί να αποτιμηθεί μόνο ως βολική ή μη βολική. Οι θεωρητικές υποθέσεις δεν αποτελούν κρίσεις για τη φύση των πραγμάτων. Το μόνο που μπορεί να ειπωθεί για τις επιστημονικές θεωρίες είναι εάν αυτές συμπίπτουν με τα φαινόμενα ή όχι.

Η ιδέα του *σώζειν τα φαινόμενα* παίζει κεντρικό ρόλο στην σκέψη του Duhem. Η ιστορική του έρευνα στις αστρονομικές θεωρίες της Αρχαιότητας αποτελεί την πηγή έμπνευσης αυτής της ιδέας. Και εδώ όμως υπάρχει μια ταλάντευση στην ερμηνεία αυτής της ιδέας. Είναι οι θεωρίες απλώς χρήσιμα μαθηματικά-υπολογιστικά μοντέλα που αποτιμώνται μόνο σε σχέση με το εάν τα αποτελέσματα των θεωρητικών υπολογισμών τους συμφωνούν με τις παρατηρήσεις; Ή (μια ισχυρότερη θέση) αποτελούν οι θεωρίες φαντασιακές – και άρα ψευδείς – κατασκευές (αναφερόμενες σε φαντασιακές οντότητες); Ο Duhem, για παράδειγμα, τονίζει με έμφαση την θέση του Pontano σύμφωνα με την οποία οι κρυστάλλινες σφαίρες και οι επίκυκλοι είναι απλώς φαντασιακές δημιουργίες

³ Ο φιξιοναλισμός αν και αρνείται την ύπαρξη ενός συνόλου από υποτιθέμενες οντότητες, τις θεωρεί (χρήσιμα) δημιουργήματα της φαντασίας. Σύμφωνα με αυτήν τη θέση, το να ισχυριστούμε ότι δεχόμαστε μια πρόταση **p** ως εάν να ήταν αληθής ισοδυναμεί με το να ισχυριστούμε ότι η **p** είναι όντως ψευδής, όμως είναι χρήσιμο να δεχθούμε αυτό που η **p** δηλώνει ως δημιούργημα της φαντασίας.

που βοηθούν στη μελέτη των κινήσεων των πλανητών. Σε κάθε περίπτωση, ο κοινός παρονομαστής είναι ξεκάθαρος – ο στόχος της αστρονομίας είναι να μας παρέχει γεωμετρικές περιγραφές των ουράνιων κινήσεων για την κατασκευή πινάκων που κάνουν δυνατή την πρόβλεψη.

Στον ανώνυμο πρόλογο του περίφημου έργου του Κοπέρνικου *De revolutionibus orbium coelestium*, που δημοσιεύθηκε το 1543, αναγράφεται:

Διότι το έργο του αστρονόμου συνίσταται στα ακόλουθα: Να συγκεντρώσει με επιδέξιο και προσεκτικό τρόπο το ιστορικό των ουράνιων κινήσεων με τη βοήθεια παρατηρήσεων και στη συνέχεια – επειδή με καμιά ακολουθία συλλογισμών δεν μπορεί να φθάσει στις αιτίες δηλ. στις αληθινές υποθέσεις αυτών των κινήσεων – να σκεφτεί και να επινοήσει όποιες υποθέσεις θέλει, αλλά έτσι ώστε, άπαξ και τεθούν, να είναι δυνατόν να υπολογιστούν επακριβώς, με τη βοήθεια των αρχών της γεωμετρίας, οι ίδιες αυτές κινήσεις, τόσο στο παρελθόν όσο και στο μέλλον ... Δεν είναι ανάγκη οι υποθέσεις αυτές να είναι αληθείς. Δεν είναι ανάγκη καν να είναι αληθοφανείς. Το μόνο που χρειάζεται είναι το αποτέλεσμα του υπολογισμού στον οποίον καταλήγουν να συμφωνεί με τις παρατηρήσεις. (Βλ. στην παρούσα έκδοση, σ. ???)

Ο πρόλογος είχε γραφτεί όχι από τον ίδιο τον Κοπέρνικο αλλά από ένα Λουθηρανό θεολόγο, τον Andreas Osiander. Αν και ο Osiander μιλά μόνο για την αστρονομία, αυτή είναι μία από τις πιο ακριβείς δηλώσεις της ινστρουμενταλιστικής θέσης περί επιστημονικών θεωριών. Οι θεωρίες δεν πρέπει να παρέχουν αληθή περιγραφή των φαινομένων, αλλά να *σώζουν τα φαινόμενα*, δηλαδή να παρέχουν ένα (κυρίως μαθηματικό) πλαίσιο στο οποίο να ενσωματώνονται τα φαινόμενα. Αντιθέτως, η ρεαλιστική κατανόηση των επιστημονικών θεωριών – προς την οποία προσανατολιζόταν ο ίδιος ο Κοπέρνικος – είναι ότι, όπως το θέτει ο Duhem (στην περίπτωση της αστρονομίας), «Για να κατασκευάσουμε μια απολύτως ικανοποιητική αστρονομία πρέπει να την οικοδομήσουμε σε *αληθείς* υποθέσεις, σε υποθέσεις που είναι σύμφωνες με τη φύση των πραγμάτων» (1908, 62, στην παρούσα έκδοση σ. ???). Ο Duhem παραθέτει το παραπάνω απόσπασμα του προλόγου εκφράζοντας τη θεμελιώδη συμφωνία του. (Όπως θα δούμε παρακάτω, ο Duhem συμπληρώνει αυτή την ιδέα με τη θέση ότι *όλα* τα φαινόμενα πρέπει να σώζονται σε ένα ενιαίο και μοναδικό θεωρητικό πλαίσιο.)

Αυτό που, κατά τον Duhem, καθιστά τη φυσική αυτόνομη επιστήμη είναι η μέθοδος της – η πειραματική μέθοδος. Η πειραματική μέθοδος χρησιμοποιεί αφηρημένες έννοιες και αρχές, κάτι που δεν είναι απαραίτητο στην κατασκευή μιας μεταφυσικής θεωρίας. Η πειραματική μέθοδος στηρίζεται σε αρχές που είναι προφανείς και ανεξάρτητες από τη μεταφυσική.

Ο Duhem δεν είναι ο μόνος που υπερασπίζεται την αυτονομία της φυσικής. Ο Ernst Mach⁴ επίσης υποστήριζε ότι οι θεωρίες θα έπρεπε να αποτελούν αναπαραστάσεις και όχι εξηγήσεις. Με τη φράση «η επιστήμη είναι οικονομία σκέψης» πρότεινε ότι ο στόχος της επιστήμης είναι να *ταξινομεί* τα παρατηρούμενα φαινόμενα με *συνοπτικό* και *συστηματικό* τρόπο, ή όπως το θέτει ο ίδιος «να αντικαταστήσει, ή να σώσει τα παρατηρούμενα φαινόμενα, μέσω της αναπαραγωγής και πρόβλεψης των γεγονότων». (1893, 577). Έτσι, αντί να αναφερόμαστε σε μεμονωμένες περιπτώσεις διάθλασης του φωτός, ενσωματώνουμε τα σχετικά φαινόμενα σε μία *μοναδική έκφραση*, τον νόμο της διάθλασης ($n_a \sin \alpha = n_b \sin \beta$, όπου α η γωνία πρόσπτωσης, β η γωνία διάθλασης και n ο δείκτης διάθλασης). Όμως «στη φύση δεν υπάρχει νόμος διάθλασης, αλλά μόνο μεμονωμένες περιπτώσεις διάθλασης» (1893, 582). Ο λεγόμενος νόμος της διάθλασης είναι μόνο ένας «κανόνας συντομογραφίας, που επινοήθηκε από εμάς για τη νοητική ανασυγκρότηση ενός γεγονότος»· στην πραγματικότητα ο νόμος της διάθλασης είναι απλώς μια μερική ανασυγκρότηση που εμπλέκει εξιδανικεύσεις κ.λπ.. Η επίκληση μη παρατηρήσιμων οντοτήτων, π.χ. ατομικών δομών, μπορεί να γίνει δεκτή μόνο ως μέσο για την επίτευξη της οικονομικής ταξινόμησης / συστηματοποίησης. Δηλαδή, όπως το θέτει ο Mach, ως «μαθηματικό μοντέλο για την προαγωγή της νοητικής αναπαραγωγής των γεγονότων» (1893, 589). Ακόμα και έτσι, πρέπει να τις δεχθούμε μόνο ως «προσωρινή βοήθεια» και θα πρέπει να προσπαθήσουμε να αποκτήσουμε «πιο ικανοποιητικά υποκατάστατα». Ο Mach ήταν, πράγματι, ένας από τους υπερασπιστές της θέσης ότι οι θεωρητικές υποθέσεις στην επιστήμη πρέπει συστηματικά να εξαλειφτούν προς χάρη των αισθητηριακών δεδομένων (που ο Mach αποκαλούσε «στοιχεία».) («Όλη η φυσική γνώση μπορεί μόνο νοητικά να αναπαριστά και να προβλέπει σύμπλοκα αυτών των στοιχείων που ονομάζουμε αισθητηριακά δεδομένα. Αυτή ασχολείται με τη σύνδεση αυτών των στοιχείων» (1883, 611).)

Ιδιαίτερη επιρροή στην σκέψη του Duhem άσκησε ο Σκωτσέζος μηχανικός Macquorn Rankine (1820-1872). Αν και αρχικά, η μηχανική θεωρία της θερμότητας που διατύπωσε αποσκοπούσε στο να παρέχει μία εξήγηση, σύντομα κατάλαβε πως αυτό που χρειαζόταν να κάνει ήταν να διατυπώσει τη διαφορά της αναπαραστατικής, ή, όπως ο ίδιος την

⁴ Αυστριακός φυσικός και φιλόσοφος της επιστήμης (1838-1916). Για τον Mach ο στόχος της επιστήμης είναι να επινοηθεί ο οικονομικότερος τρόπος συντονισμού των εμπειρικών δεδομένων. Όπως και ο Duhem, ο Mach ήταν αντίθετος προς την ατομική θεωρία του Boltzmann. Οι απόψεις του περί της φιλοσοφίας της επιστήμης παραθέτονται στο *La Mécanique: exposé historique et critique de son développement* (1883).

αποκαλεί, *αφηρημένης θεωρίας*, από την εξηγητική ή *υποθετική* θεωρία. Υποστήριξε πως υπάρχουν δύο στάδια στην ανάπτυξη των γνώσεών μας περί των φυσικών φαινομένων. Το πρώτο στάδιο συνίσταται στην παρατήρηση της συνάφειας των φαινομένων (είτε παρατηρούμενα στη φύση, είτε τεχνητά παραγόμενα στο εργαστήριο για πειραματική έρευνα) και στη διατύπωση των αποτελεσμάτων αυτών των παρατηρήσεων με τη μορφή τυπικών νόμων. Κατά το δεύτερο στάδιο, οι επιστήμονες αναζητούν «το απλούστερο σύστημα αρχών, εντός του οποίου όλοι οι τυπικοί νόμοι που αφορούν μια κλάση φαινομένων μπορούν να παραχθούν. Ένα τέτοιο σύστημα κανόνων, με τις συνέπειές του μεθοδικά παραγόμενες, συνιστά τη *φυσική θεωρία* μίας τάξης φαινομένων» (1855, 209). Ο Rankine συμπέρανε ότι υπάρχουν δύο μέθοδοι για την κατασκευή μιας φυσικής θεωρίας, η αφαιρετική μέθοδος και η υποθετική μέθοδος. Σύμφωνα με την αφαιρετική μέθοδο, οι αρχές της θεωρίας δεν έχουν σκοπό να περιγράψουν τις κρυμμένες αιτίες των φαινομένων, αλλά να προσφέρουν συστηματική, τακτική και οικονομική ταξινόμηση των φαινομένων. Σύμφωνα με την υποθετική μέθοδο, οι αρχές μιας θεωρίας αναδεικνύουν τις αιτίες των παρατηρημένων φαινομένων. Αν οι προβλέψεις της θεωρίας επιβεβαιώνονται, τότε αυτό παρέχει στον υποστηρικτή της θεωρίας λόγο να πιστεύει ότι αυτές οι υποθέσεις περιγράφουν τον κόσμο σωστά. Με μία δόση αναχρονισμού, ο Rankine χαρακτήρισε την επιστημονική μεθοδολογία ως υποθετικο-παραγωγή, αλλά με τρόπο που να αποτελεί το ουδέτερο έδαφος στη διαμάχη ρεαλιστών-ινστρουμενταλιστών.

Αν και ο Rankine πίστευε ότι οι υποθετικές θεωρίες θα αντικατασταθούν από αφηρημένες θεωρίες, πίστευε επίσης ότι οι υποθετικές θεωρίες είναι απαραίτητες ως πρώτο βήμα για να επιφέρουν απλότητα και τάξη στην έκφραση των φαινομένων, πριν γίνει δυνατή η κατασκευή της αφηρημένης θεωρίας. Αυτή η θέση επιβεβαιώνεται, σύμφωνα με τον Duhem, από την ιστορία της φυσικής. Έτσι η φυσική θεωρία μπορεί να εκκινεί ως εξήγηση, αλλά αυτονομείται και συγκροτείται ως επιστήμη όταν συνιστά μια αναπαράσταση των φαινομένων, δηλ. μια απλή και μεθοδική ένταξη εμπειρικών νόμων σε ένα μαθηματικό σύστημα.

Η συγκρότηση κάθε φυσικής θεωρίας, για τον Duhem, είναι αποτέλεσμα δύο μεθόδων – της αφαίρεσης και της γενίκευσης. Στο πρώτο μέρος – της αφαίρεσης – ο επιστημονικός νους αναλύει έναν μεγάλο αριθμό από συγκεκριμένα, διαφορετικά, περίπλοκα γεγονότα και συμπυκνώνει ό,τι είναι κοινό και ουσιαστικό μεταξύ τους σε έναν νόμο, δηλ. σε μια γενική πρόταση που συνδέει αφηρημένες ιδέες. Στο δεύτερο μέρος – της γενίκευσης – ο νους επισκοπεί ένα σύνολο νόμων, κατασκευάζει ένα μικρό σε πλήθος σύνολο γενικών κρίσεων που αναφέρονται σε αφηρημένες έννοιες, και

διατυπώνει τις βασικές υποθέσεις με τέτοιον τρόπο ώστε όλοι οι νόμοι που ανήκουν στο εν λόγω σύνολο να μπορούν να έπονται. Αυτό το σύστημα από βασικές υποθέσεις και παραγόμενα αποτελέσματα (δηλ. εμπειρικούς νόμους), στηριζόμενο στις μεθόδους της αφαίρεσης, της γενίκευσης, και της παραγωγής συνιστά τη φυσική θεωρία, όπως την αντιλαμβάνεται ο Duhem.

Η αφαίρεση και η γενίκευση επιφέρουν στη θεωρία μία *διπλή* οικονομία της σκέψης, όπως αποκαλείται από τον Duhem, αφού υποκαθιστούν με έναν νόμο ένα πλήθος γεγονότων και επίσης υποκαθιστούν με έναν μικρό αριθμό βασικών υποθέσεων ένα ευρύ σύνολο νόμων. Είναι λοιπόν εμφανές ότι για τον Duhem η εμπειρική επάρκεια της θεωρίας, αν και αναγκαία συνθήκη επιτυχίας της θεωρίας, δεν είναι ικανή συνθήκη. Αποτελεί κριτήριο επάρκειας μιας φυσικής θεωρίας το να είναι ενοποιημένη – και μάλιστα με τον διπλό τρόπο που αναδεικνύει ο Duhem.

Φυσική θεωρία και μέθοδος

Έχουμε ήδη δει ότι, κατά τον Duhem, η φυσική θεωρία είναι μία συστηματική αναπαράσταση ενός συνόλου πειραματικών νόμων. Αλλά ας κάνουμε μια σύνοψη. Η φυσική θεωρία ξεκινά με υποθέσεις που έχουν επιλεγεί να αναπαριστούν πειραματικούς νόμους. Οι υποθέσεις είναι μαθηματικές προτάσεις που εκφράζουν σχέσεις ανάμεσα στις διάφορες μετρήσεις. Το πείραμα παρέχει το υλικό για τις υποθέσεις στις οποίες βασίζεται κάθε θεωρία. Κάθε εμπειρικό αποτέλεσμα μιας θεωρίας οφείλει να είναι πειραματικός νόμος. Αφού ο στόχος της φυσικής θεωρίας είναι να συνδέει και να ταξινομεί τη γνώση που έχει αποκτηθεί από την πειραματική μέθοδο, η θεωρία έχει ως σκοπό να συντονίσει τους νόμους που έχουν γίνει γνωστοί από το πείραμα και όχι, εκ πρώτης όψεως τουλάχιστον, να αποκαλύψει νέους νόμους. Ωστόσο κάτι τέτοιο δεν αποκλείεται να συμβεί. Είναι δυνατό κάποια στιγμή οι θεωρητικοί φυσικοί μέσω της λογικής παραγωγής να προβλέψουν έναν πειραματικό νόμο που δεν έχει ήδη διαπιστωθεί από τους πειραματιστές. Τέτοιες *καινοφανείς προβλέψεις* είναι σπάνιες και δεν αποτελούν, κατά τον Duhem, στόχο της θεωρίας. Όμως όταν συμβαίνουν, μας επιβεβαιώνουν τη γονιμότητα της μεθόδου που παρέχει περισσότερα από ό,τι ήταν προδιαγεγραμμένη να δώσει. Όπως θα δούμε παρακάτω, η δυνατότητα των θεωριών να παρέχουν καινοφανείς προβλέψεις αποτελεί για τον Duhem ένα εξέχον κριτήριο για να θεωρηθεί ότι η θεωρία παρέχει μια *φυσική ταξινόμηση* των εμπειρικών φαινομένων. Η ίδια η έννοια της φυσικής

ταξινόμησης συνιστά για τον Duhem τη χάραξη μιας μέσης οδού μεταξύ του ινστρουμενταλισμού και του ρεαλισμού.

Αν και αναγκαία συνθήκη για την επιτυχία μιας θεωρίας είναι η εμπειρική της επάρκεια, ο Duhem δίνει προεξάρχοντα ρόλο στην κατασκευή θεωριών (δηλ. θεωρητικών υποθέσεων) γιατί για την κατανόηση του κόσμου δεν αρκεί η εμπειρία, αλλά χρειάζεται και η θεωρία. Οι θεωρητικοί επιστήμονες εργάζονται πάνω στους πειραματικούς νόμους που έχουν αποκαλύψει οι πειραματιστές. Τους ταξινομούν και τους συνοψίζουν σε μικρό αριθμό προτάσεων, γεγονός που επιτρέπει στον θεωρητικό επιστήμονα να τους θεωρεί ως ένα ενιαίο σύνολο και να γνωρίζει τη συνάφειά τους. Όταν οι θεωρητικοί περατώσουν το έργο τους – δηλαδή όταν έχουν μεταφράσει, όπως χαρακτηριστικά λέει ο Duhem, έναν μεγάλο αριθμό νόμων σε μικρό αριθμό συμβολικών αναπαραστάσεων που είναι ξεκάθαρες και μπορεί κάποιος εύκολα να τις χειριστεί, οι πειραματιστές μπορούν να δουν ευκρινώς και με έναν σφαιρικό τρόπο τη δουλειά που έχει ήδη γίνει και το αν πρέπει να γίνει περαιτέρω διερεύνηση.

Από τα παραπάνω φαίνεται πως η φυσική θεωρία λειτουργεί με τον εξής τρόπο:

- ορισμός και μέτρηση των φυσικών μεγεθών
- επιλογή υποθέσεων
- μαθηματική ανάπτυξη της θεωρίας
- σύγκριση της θεωρίας με το πείραμα

Αξίζει να υπενθυμίσουμε ότι, για τον Duhem, μια θεωρία που λειτουργεί με τον παραπάνω τρόπο είναι απολύτως νόμιμη και δεν εγείρεται καν, εντός αυτής, το αίτημα της εξήγησης των φαινομένων – το οποίο ανήκει στη μεταφυσική. Όμως εν τέλει, αυτό που αρνείται ο Duhem είναι μια συγκεκριμένη μορφή εξήγησης, την οποία θα μπορούσαμε να ονομάσουμε *εξήγηση μέσω μη-παρατηρήσιμων οντοτήτων*. Είναι ακριβώς αυτός ο τύπος εξήγησης τον οποίο ο Duhem συνδέει με τη μεταφυσική. Αλλά εδώ ακριβώς βρίσκεται και το πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο Duhem, ότι δηλαδή η ίδια η επιστήμη της εποχής του συγκροτείται μέσω του τύπου εξήγησης που ο ίδιος θεωρεί μη επιστημονικό. Η ατομική θεωρία αποτελεί ακριβώς τον τύπο θεωρίας που ο Duhem θεωρεί μεταφυσική.

Η φιλοσοφική καινοτομία του Duhem, κατά τη γνώμη μας, συνίσταται στο γεγονός ότι, διαισθανόμενος την ένταση μεταξύ της δικής του θεωρητικής προσέγγισης στην επιστήμη (που, εν πολλοίς, πρέπει να έχει μια κανονιστική διάσταση) και της επιστημονικής πρακτικής της εποχής του, επέλεξε να δείξει πως το μοντέλο του για τη

φυσική θεωρία μπορεί να εφαρμοστεί στην ίδια τη φυσική. Με άλλα λόγια, επιδίωξε να δείξει πως μπορεί να κατασκευασθεί μια φυσική θεωρία ελεύθερη από μεταφυσική. Ενεπλάκη λοιπόν στην ανάπτυξη της ενεργητικής⁵ (*energetique*) η οποία και απετέλεσε μια εναλλακτική στον ατομισμό. Αυτό ήταν ένα ολόκληρο πλαίσιο για την παραγωγή επιστήμης (που υιοθετήθηκε επίσης από τον Mach και τον Ostwald). Ο Duhem περιέγραψε την ενεργητική ως εξής: «Οι αρχές που ενσωματώνει και από τις οποίες παράγει συμπεράσματα δεν επιδιώκουν με κανένα τρόπο να αναγάγουν τα σώματα που αντιλαμβανόμαστε ή τις κινήσεις στις οποίες προσφεύγουμε σε μη αντιληπτά σώματα ή κρυμμένες κινήσεις. Η ενεργητική δεν αποκαλύπτει τη φύση των πραγμάτων. Η ενεργητική δεν στοχεύει στο να εξηγήσει. Η ενεργητική απλώς παρέχει γενικούς κανόνες, των οποίων οι νόμοι που παρατηρήθηκαν από τους πειραματιστές είναι επί μέρους περιπτώσεις» (1913, 183).

Ο Duhem θεώρησε ότι η μέθοδος που χρησιμοποιούσε η ενεργητική θα έπρεπε να χρησιμοποιηθεί από όλους τους κλάδους της φυσικής επιστήμης. Οι αρχές που ενσωματώνει και από τις οποίες οδηγείται στα συμπεράσματά της δεν επιδιώκουν να εξηγήσουν τίποτα, απλώς παρέχουν γενικούς κανόνες των οποίων οι νόμοι που παρατηρήθηκαν από τους πειραματιστές αποτελούν επιμέρους περιπτώσεις. Ας σημειώσουμε εδώ ότι ο Duhem απετέλεσε έναν επικριτή της επαγωγής, τουλάχιστον όπως αυτή χρησιμοποιήθηκε από τον Νευτώνειους φυσικούς. Οι οπαδοί του Νεύτωνα (κυρίως πριν τον Laplace) αρνήθηκαν τη διατύπωση υποθέσεων και επέμειναν στη διατύπωση γενικών νόμων, οι οποίοι προκύπτουν μέσω επαγωγής επί παρατηρησιακών δεδομένων. Κατά τον Duhem, από τη στιγμή που η επιστήμη δεν ασχολείται με τα φαινόμενα καθεαυτά, αλλά τα αντικαθιστά με μετρήσεις και αναπαραστάσεις που αντιστοιχούν σε μαθηματικά μεγέθη εντός μιας θεωρίας, η επαγωγή απλώς δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τον τρόπο που η Νευτώνεια μέθοδος προϋποθέτει. Η ενεργητική δεν ακολουθεί την επαγωγή. Αναγνωρίζει ότι οι αρχές που ενσωματώνει έχουν πειραματική προέλευση, δηλαδή πηγάζουν από την παρατήρηση. Όμως η συμφωνία με την παρατήρηση δεν είναι η αρχή της φυσικής θεωρίας, όπως θα τη θεωρούσαν οι Νευτώνειοι, αλλά το τέλος της. Αλλά η ενεργητική αντιτίθεται επίσης στην υποθετικο-παραγωγική μέθοδο, όπως αυτή αναπτύχθηκε από τους Καρτεσιανούς. Ο Duhem δεν αρνείται τον ρόλο των υποθέσεων και της παραγωγής στην επιστημονική μέθοδο. Θεωρεί

⁵ Η ενεργητική είναι η επιστημονική μελέτη της μεταφοράς και της μετατροπής ενέργειας σε ένα φυσικό σύστημα.

όμως ότι η Καρτεσιανή προσέγγιση υπονομεύει την αυτονομία της επιστήμης, αφού οι υποθέσεις των θεωριών αναφέρονται σε μη αντιληπτές οντότητες (π.χ. η ατομική θεωρία). Ο φυσικός που θα ακολουθούσε την Καρτεσιανή υποθετικο-παραγωγική μέθοδο θα υπερέβαινε τη μέθοδο της φυσικής, αφού θα αναζητούσε, πίσω από τα αντιληπτά φαινόμενα, μη-παρατηρήσιμες αιτίες που η θεωρία θεωρεί πραγματικές.

Παρά τις προσπάθειες του Duhem, η ενεργητική δεν ήταν παρά μια ακάλυπτη επιταγή, μια ελπίδα ότι κάποτε οι επιστήμονες θα άφηναν τους «υποθετικούς μηχανισμούς» και θα προσπαθούσαν απλώς να ταξινομήσουν εμπειρικούς νόμους, μέσω αρχών που δεν περιλαμβάνουν αναφορά σε άτομα κ.λπ.

Γιατί ο Duhem απέκλεισε όλους τους εξηγητικούς λόγους από το να είναι τμήμα της επιστημονικής μεθόδου; Απλώς επειδή επέλεξε να ξεκινήσει με μία αυστηρή κατανόηση της επιστημονικής μεθόδου, και ειδικά μία κατανόηση που θα υπηρετούσε καλύτερα την επίτευξη του στόχου του να αναπτύξει μια επιστήμη ανεξάρτητη από τη μεταφυσική (δηλαδή από την εξήγηση). *Βεβαίως*, εάν η επιστήμη δεν ασχολείται με την εξήγηση, τότε τα εξηγητικά επιχειρήματα βρίσκονται εκτός της επιστήμης. Όμως ακόμα και η μεγάλη προσπάθεια του Duhem για την επίτευξη αυτού του στόχου (παράδειγμα αποτελεί η προσπάθειά του να δημιουργήσει μια θεωρία αποδεσμευμένη από εξήγηση, όπως η ενεργητική) αποδείχτηκε ανεπαρκής. Είναι γεγονός ότι οι επιστήμονες χρησιμοποιούν εξηγητικά επιχειρήματα για να δεχθούν μία θεωρία από ένα σύνολο ανταγωνιστικών θεωριών. Έτσι, αντίθετα με τον Duhem, φαίνεται ότι είναι *αναπόσπαστο τμήμα* της επιστήμης και της μεθόδου της να στηρίζεται σε εξηγητικούς συλλογισμούς προκειμένου να σχηματιστεί και υπερασπισθεί η ορθολογική πεποίθηση. Αυτοί οι συλλογισμοί είναι ιδιαίτερα σημαντικοί όταν έχουμε αξιολόγηση και επανεξέταση θεωριών.

Αν οι θεωρίες είναι απλώς ταξινομήσεις εμπειρικών νόμων, γιατί δεν είναι αυθαίρετες; Γιατί, δηλαδή, μια οποιαδήποτε ταξινόμηση νόμων σε ένα μαθηματικό πλαίσιο, όσο τεχνητή και περίπλοκη και να είναι, δεν είναι αρκετή; Ο Duhem αισθάνθηκε το βάρος αυτής της αντίρρησης και προσπάθησε να τεκμηριώσει μια έννοια φυσικής ταξινόμησης (*classification naturelle*) η οποία και αποτελεί, εν τέλει, τον στόχο της φυσικής θεωρίας.

Η φυσική ταξινόμηση

Η θέση του Duhem, όπως έχουμε αναφέρει, είναι ότι η επιστημονική θεωρία αποτελεί μία περίληψη και ταξινόμηση νόμων, μέσω της συμβολικής αναπαράστασής τους. Διαφέρει

τόσο από τον κοινό νου όσο και από τη μεταφυσική. Αυτή η θέση του δέχθηκε επίθεση από τον καθολικό μαθηματικό Joseph Marie Hector Eugène Vicaire (1839-1901), ο οποίος υποστήριζε πως το να διαχωρίσουμε τη φυσική από τη μεταφυσική υπονοεί ότι η φυσική είναι η μόνη πηγή γνώσης και έτσι οδηγούμαστε στον σκεπτικισμό. Ο Duhem απάντησε ότι η μεταφυσική είναι όντως η πραγματική μορφή γνώσης, πιο εξέχουσα από τη φυσική. Όμως επέμεινε ότι η φυσική και η μεταφυσική διαφέρουν επειδή έχουν διαφορετικές μεθόδους και διαφορετικό αντικείμενο μελέτης. Πρότεινε ότι ο έσχατος προορισμός της φυσικής θεωρίας είναι η φυσική ταξινόμηση, η οποία θα παρέχει την αληθή οντολογική δομή της φύσης, όταν η φυσική θεωρία έχει φτάσει στην τελική της μορφή. Για τον Duhem, το έσχατο τέλος της επιστήμης πρέπει να βρίσκεται σε αρμονία με τη διδασκαλία της Καθολικής Εκκλησίας. Εκκινώντας από θεολογικές προκειμένες, ο Duhem δεν αμφισβητούσε ότι ο κόσμος έχει μια συγκεκριμένη δομή, που αντιστοιχεί στη φυσική ταξινόμηση που επιδιώκει να παρέχει η φυσική θεωρία, και ότι κάποιες θεωρίες μπορεί να προσεγγίζουν αυτήν την ταξινόμηση. Και εδώ, ο Duhem έδωσε ιδιαίτερο βάρος στις καινοφανείς προβλέψεις. Πώς μπορούμε να υπερασπιστούμε ότι η ταξινόμηση που παρέχει μια θεωρία είναι φυσική και όχι τεχνητή; Αυτό σύμφωνα με τον Duhem γίνεται όταν ζητήσουμε από τη θεωρία να μας προβλέψει εκ των προτέρων πράγματα που μόνο το μέλλον θα μπορούσε να μας αποκαλύψει. Όταν πραγματοποιηθεί το πείραμα και επιβεβαιώσει την πρόβλεψη που αποκτήθηκε από τη θεωρία, ισχυροποιείται η πεποίθησή μας πως οι σχέσεις που εδραιώνονται από τον λόγο μεταξύ των αφηρημένων εννοιών αντιστοιχούν πλήρως σε σχέσεις ανάμεσα στα πράγματα.

Όπως είπαμε, η φυσική ταξινόμηση δεν αποτελεί εξήγηση, αλλά *αναπαράσταση* (*representation*). Κατά συνέπεια, ακόμα και στο ιδεατό τέλος της επιστήμης, η έσχατη φυσική θεωρία δεν θα μας εξηγήσει τη βαθύτερη δομή του κόσμου. Δεν θα μας αποκαλύψει, δηλ. την πραγματική φύση (*véritable nature*) των μη-παρατηρήσιμων οντοτήτων, ούτε τις αιτίες των φαινομένων. Παρά ταύτα, θα αναδεικνύει αντικειμενικές σχέσεις μεταξύ των φαινομένων. «Όσο πιο κοντά στη φυσική ταξινόμηση βρίσκεται μια θεωρία, τόσο περισσότερο αντιλαμβανόμαστε», ισχυρίζεται ο Duhem, ότι «η λογική τάξη με την οποία η θεωρία ταξινομεί τους πειραματικούς νόμους αποτελεί αντανάκλαση μιας οντολογικής τάξης και τόσο περισσότερο υποψιαζόμαστε ότι οι σχέσεις που θέτει ανάμεσα στα δεδομένα της παρατήρησής μας αντιστοιχούν σε *πραγματικές σχέσεις* μεταξύ των αιτίων τους. Έτσι *αισθανόμαστε* ότι η θεωρία αποτελεί ουσιαστικά μία φυσική ταξινόμηση» (1906, 38). Το ότι οι θεωρίες έχουν ως στόχο να κατοχυρώσουν ανάμεσα στους πειραματικούς νόμους ένα λογικό συντονισμό (*logiquement coordonnée*)

που θα αποτελεί αντανάκλαση και εικόνα της πραγματικής τάξης με την οποία η πραγματικότητα, η οποία δεν μας είναι αντιληπτή, είναι αρθρωμένη, μας δείχνει ότι ο Duhem διαφοροποιεί τη φυσική ταξινόμηση από την τεχνητή και απομακρύνεται από μια ακραία εκδοχή του ινστρουμενταλισμού. Η εμμονή του για τη φυσική ταξινόμηση μπορεί να ερμηνευτεί ως ρεαλιστική θέση, αφού κατανοεί τη φυσική ταξινόμηση ως να αποκαλύπτει τις πραγματικές σχέσεις μεταξύ των μη παρατηρήσιμων οντοτήτων, χωρίς όμως να αποκαλύπτει τις ίδιες τις μη παρατηρήσιμες οντότητες. Αυτή η θέση μπορεί να αποκληθεί δομικός ρεαλισμός⁶, και υποστηρίζει ότι ενώ η φύση των μη παρατηρήσιμων οντοτήτων δεν μπορεί να γίνει γνωστή, οι επιτυχημένες επιστημονικές θεωρίες μπορούν να μας αποκαλύψουν κάτι για τις σχέσεις ανάμεσα στις μη παρατηρήσιμες οντότητες.

Η ανάγκη να εισαχθεί μια έννοια *φυσικής* ταξινόμησης προκύπτει επίσης από το εξής πρόβλημα. Εάν οι θεωρίες είναι απλώς ταξινομήσεις των φαινομένων, γιατί να μην υιοθετούν οι επιστήμονες αντιφατικές μεταξύ τους θεωρίες; Γιατί, δηλαδή, να μην αποδέχονται κάποιες θεωρίες που σώζουν μερικά φαινόμενα και κάποιες άλλες που σώζουν κάποια άλλα (του ίδιου πεδίου); Με άλλα λόγια, γιατί να προσπαθούν οι επιστήμονες να εντάξουν όλα τα φαινόμενα σε μία θεωρία. Έχουμε ήδη δει ότι το αίτημα της ενοποίησης όλων των φαινομένων υπό μία θεωρία αποτελεί αναγκαία συνθήκη, για τον Duhem, όσον αφορά την αποδοχή μιας θεωρίας. Στο *ΣΩΖΕΙΝ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ. Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée* (1908) αναδεικνύει αυτήν τη διάσταση της επιστημονικής δραστηριότητας ως ακριβώς αυτό που πρέπει να προστεθεί στην, εν πολλοίς ινστρουμενταλιστική, παράδοση του «σώζειν τα φαινόμενα». Θεωρεί ότι ακριβώς αυτό το αίτημα για ενοποίηση αποτέλεσε την ουσιώδη μεθοδολογική συμβολή του έργου του Κοπέρνικου και του Γαλιλαίου. Η θέση είναι ότι οι φυσικές θεωρίες πρέπει να αναπαριστούν ολόκληρο το φάσμα των φυσικών νόμων εντός ενός απλού και συνεκτικού θεωρητικού συστήματος. Αυτή η θέση ήταν για τον Duhem απόλυτα εύλογη, αν και δεν έπεται από τη μέθοδο της επιστήμης που αρχικά πρότεινε – δηλ. πείραμα + λογική.

⁶ Ο δομικός ρεαλισμός είναι μια φιλοσοφική θέση που αναφέρεται στο τι υπάρχει στον κόσμο και τι μπορούμε να γνωρίσουμε για αυτόν. Η θέση αυτή είναι ρεαλιστική επειδή δέχεται την ύπαρξη ενός κόσμου που υπάρχει ανεξάρτητα από το αν υπάρχουν νόες και είναι δομικός επειδή υποθέτει ότι μόνο η δομή του κόσμου μπορεί να γίνει γνωστή. Στην ισχυρή μορφή του ο δομικός ρεαλισμός είναι μια οντική θέση που δηλώνει ότι ό,τι υπάρχει είναι δομές και στην ασθενή του μορφή ο δομικός ρεαλισμός είναι μία γνωσιολογική θέση που δηλώνει ότι υπάρχει κάτι περισσότερο στον κόσμο από τη δομή του, όμως δεν μπορούμε να γνωρίσουμε παρά τη δομή του κόσμου. Βλ. Poincaré, J. (1902), Worrall, J. (1989), Psillos, S. (2001).

Ο καλύτερος τρόπος να εννοήσουμε τη φυσική ταξινόμηση είναι σε σχέση με αυτό που ονομάζει ο Duhem *τέλεια* θεωρία (*théorie parfaite*). Η τέλεια θεωρία θα είναι μία πλήρης και επαρκής μεταφυσική εξήγηση της υλικής πραγματικότητας. Θα ταξινομεί όλους τους εμπειρικούς νόμους με φυσικό τρόπο – μια τάξη που θα είναι η έκφραση της μεταφυσικής σχέσης που οι «ουσίες», που προκαλούν τα φαινόμενα, έχουν μεταξύ τους, όπου είναι εμφανές ότι με την έκφραση «μεταφυσική σχέση ανάμεσα στις ουσίες» ο Duhem αναφέρεται στις σχέσεις ανάμεσα στις μη παρατηρήσιμες οντότητες. Μεταφυσικό, ως γνωστόν, είναι για τον Duhem οτιδήποτε υπερβαίνει το πεδίο της εμπειρικής επαλήθευσης και παρατήρησης. Έτσι η τέλεια θεωρία είναι η αληθής θεωρία, και η φυσική ταξινόμηση είναι η ταξινόμηση που παρέχει η αληθής θεωρία. Η αποφυγή αντιφάσεων και η προσπάθεια ενοποίησης σε ένα ενιαίο σύστημα υποθέσεων όλων των φαινομένων συνιστούν, για τον Duhem, τον δρόμο προς την τελειότητα. Επομένως, αν ο στόχος της θεωρίας είναι η *φυσική* ταξινόμηση, τότε η αναζήτηση της ενοποίησης είναι δεδομένη. Η φυσική ταξινόμηση δεν μπορεί να είναι ένα μη-συνεκτικό σύνολο από ασύμβατες θεωρίες, ακόμα και αν κάθε θεωρία εντός του συνόλου σώζει *κάποια* φαινόμενα. Η ενοποίηση είναι ο τρόπος διασφάλισης της συνεκτικότητας και *a fortiori* ο τρόπος προσέγγισης της τέλει θεωρίας.

Ο βαθμός τελειότητας μιας θεωρίας συναρτάται από τον βαθμό συμφωνίας που αυτή η θεωρία έχει με την ιδανική και τέλεια θεωρία. Όπως είπαμε ήδη, η τέλεια θεωρία θα μας αποκαλύψει τις σχέσεις ανάμεσα στις μη παρατηρήσιμες οντότητες και τη φυσική ταξινόμηση των πειραματικών νόμων. Μια τέτοια θεωρία ξεπερνάει κατά πολύ το εύρος του ανθρώπινου νου. Η θεωρία που η επιστημονική μέθοδος μας επιτρέπει να κατασκευάσουμε είναι *ωχρή αντανάκλαση* της τέλει θεωρίας, αφού δεν συλλαμβάνει την ουσία των πραγμάτων, παρά μόνο τα φαινόμενα. Από την άλλη πλευρά, η μεταφυσική αναζήτηση μας παρέχει πολύ γενικές και αβέβαιες πληροφορίες, τίποτα το συγκεκριμένο ώστε να μπορέσουμε να ταξινομήσουμε τους φυσικούς νόμους. Όμως όσο ατελείς και αν είναι οι θεωρίες που κατασκευάζουμε, πρέπει να αποσκοπούν στην τελειότητα γιατί μόνο τότε υπάρχει κάποια πιθανότητα οι αναλογίες που αυτές θέτουν να μην είναι τυχαίες, αλλά πραγματικές – να αντανάκλουν πραγματικές σχέσεις ανάμεσα στα φαινόμενα.

Το ενδιαφέρον σημείο της ανάλυσης του Duhem είναι ότι στηρίζεται σε ένα εξηγητικό επιχείρημα, ακριβώς όπως αυτά που εντάσσει στη μεταφυσική και όχι στην επιστήμη. Η βασική του ιδέα είναι ότι η σκοπούμενη τελειότητα εξηγείται από την αλήθεια και η τελειότητα εξηγεί γιατί πρέπει οι επιστήμονες να επιδιώκουν την ενοποίηση. Για να

είμαστε όμως δίκαιοι απέναντι στον Duhem, αναγνωρίζει την ένταση που υπάρχει στο σύστημά του. Την αντιμετωπίζει συνιστώντας μια διπλή (και διαφορετική) στάση απέναντι στην επιστήμη. Όταν βρισκόμαστε εντός της επιστήμης, τα μόνα εργαλεία είναι η λογική και το πείραμα. *Εντός της επιστήμης, τα περί φυσικής ταξινόμησης κ.λπ. δεν νομιμοποιούνται.* Όταν αναστοχαζόμαστε περί επιστήμης (και άρα όταν είμαστε εκτός επιστήμης) τότε, λέει ο Duhem, αισθανόμαστε την ανάγκη να εξηγήσουμε την επιστήμη και την πορεία της και προσφεύγουμε σε εξηγητικούς συλλογισμούς. Ο τρόπος που κάθε εμπειρικός νόμος βρίσκει τη θέση του στην ταξινόμηση που δημιουργεί ο φυσικός και ο τέλειος τρόπος με τον οποίο ταξινομείται αυτό το σύνολο από νόμους μας πείθει πως αυτή η ταξινόμηση δεν μπορεί να είναι ένα δικό μας τεχνητό κατασκεύασμα. Κατά τον Duhem δεν μπορούμε να δικαιολογήσουμε αυτήν την πεποίθησή μας, όμως παράλληλα, δεν μπορούμε να πάψουμε να την κατέχουμε. Χωρίς να αποσκοπούμε στην εξήγηση μιας πραγματικότητας κρυμμένης πίσω από τα φαινόμενα, ομαδοποιούμε τους νόμους με τέτοιο τρόπο που *νιώθουμε* πως αυτή η ομαδοποίηση αντιστοιχεί σε πραγματικές σχέσεις μεταξύ των ίδιων των πραγμάτων. Η φυσική ταξινόμηση δεν μας παρέχει ποτέ εξηγήσεις των πειραματικών νόμων, όμως όσο πιο πλήρης γίνεται, τόσο πιο πολύ *νιώθουμε* ότι η λογική τάξη με την οποία η θεωρία ταξινομεί τους εμπειρικούς νόμους αντανakλά μια οντολογική τάξη και τόσο περισσότερο *υποψιαζόμαστε* πως οι σχέσεις που θέτει ανάμεσα στα δεδομένα της παρατήρησης συμφωνούν με πραγματικές σχέσεις ανάμεσα στις αιτίες τους. Η επιλογή των λέξεων από τον Duhem είναι πολύ προσεκτική – ακριβώς γιατί επιδιώκει να δείξει την επισφάλεια των συμπερασμάτων στα οποία τείνουμε όταν αναστοχαζόμαστε περί επιστήμης.

Αναπαράσταση και εξήγηση

Η φυσική ταξινόμηση είναι στενά συνδεδεμένη με την εμμονή του Duhem στην αυτονομία της φυσικής και στην ιστορική της συνέχεια. Οι θεωρίες πρέπει να είναι πλήρεις, ενοποιημένες και σε συμφωνία με τον πειραματικό νόμο. Η θεωρία που έρχεται να αντικαταστήσει κάποια άλλη πρέπει να είναι συνέχεια των προηγούμενων, να είναι προϊόν μιας αργής και σταδιακής εξέλιξης, όχι αποτέλεσμα ξαφνικής δημιουργίας ή τομής. Δηλαδή πρέπει να προτιμάμε θεωρίες που διευρύνουν την παρούσα θεωρία, από άλλες που προσθέτουν νέους τρόπους σύλληψης των πραγμάτων. Ο Duhem υπερασπίζεται τη θέση της συνέχειας της επιστήμης, σύμφωνα με την οποία οι ιστορικές αλλαγές είναι προϊόν αργής και σταδιακής εξέλιξης. Με αυτήν την έννοια, η θέση αυτή

αποκλείει τις επιστημονικές επαναστάσεις. Ο Duhem υπερασπίστηκε τη θέση ότι σημαντικές για τη σημερινή επιστήμη ιδέες γεννήθηκαν τον 13ο και 14ο αιώνα που για τους περισσότερους ιστορικούς της επιστήμης αποτελούσαν περιόδους της ιστορίας ανάξιας μελέτης. Έτσι αρνήθηκε ότι κάποτε έλαβε χώρα η λεγόμενη επιστημονική επανάσταση.

Εάν θεωρήσουμε τη φυσική θεωρία ως φυσική ταξινόμηση, δηλαδή ως μια ταξινόμηση των φαινομένων με τρόπο που αντανακλά το πώς είναι ταξινομημένες οι πραγματικές οντότητες, τότε δεν θα μπορούσαμε να ρωτήσουμε ποιες είναι αυτές οι πραγματικές οντότητες; Δεν θα ήταν πιο εύλογο, τότε, να επιδιώξουμε την εξήγηση αυτών των νόμων και την αποκάλυψη της κρυμμένης πραγματικότητας; Ο Duhem οφείλει να αποδείξει ότι η αναζήτηση εξηγήσεων είναι περιττή – μεθοδολογικά τουλάχιστον. Και αυτό ακριβώς προσπαθεί να κάνει. Παίρνοντας ίσως για πρώτη φορά στα σοβαρά το ότι η φιλοσοφία της επιστήμης έχει να διδαχθεί πολλά από την ιστορία της επιστήμης, και επενδύοντας στην στέρεα γνώση της ιστορίας την οποία διέθετε, προσπάθησε να τεκμηριώσει τη θέση ότι η ιστορία της επιστήμης είναι γεμάτη με αποτυχημένες προσπάθειες να δοθούν εξηγήσεις των φυσικών φαινομένων και ότι συνεπώς δεν μπορεί να είναι κάποιος δικαιολογημένα αισιόδοξος για τις τρέχουσες εξηγητικές θεωρίες. Η ιστορία της επιστήμης, κατά τον Duhem, δείχνει ότι οι θεωρητικές υποθέσεις που έχουν ως σκοπό τους την εξήγηση είναι αυτές που εγκαταλείπονται όταν αλλάζουν οι θεωρίες. Ενώ φαίνονται να είναι χρήσιμες στην εξήγηση των φαινομένων, οι εξηγήσεις που παρέχουν δεν μπορούν να αποτελέσουν μέρος της επιστημονικής γνώσης.

Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυσή μας αξίζει τον κόπο σε αυτό το σημείο να σκιαγραφήσουμε το ευρύτερο πλαίσιο μέσα στο οποίο ο Duhem επεδίωξε να διασώσει μια έννοια συνέχειας κατά την αλλαγή θεωριών. Κατά το τέλος του 19ου αιώνα, διεξήχθη μια ευρεία συζήτηση στη Γαλλία με θέμα τη λεγόμενη χρεοκοπία της επιστήμης. Η γενική ιδέα ήταν ότι οι συνεχείς αλλαγές στις θεωρίες αποδεικνύουν ότι η επιστήμη δεν μπορεί να αποκαλύψει το πώς είναι ο κόσμος. Ο Henri Poincaré⁷, στην ομιλία του στο Παγκόσμιο Συνέδριο Φυσικής του 1900, σημείωσε: «Ο κοινός άνθρωπος είναι

⁷ (1854-1912) Ένας από τους μεγαλύτερους Γάλλους μαθηματικούς, θεωρητικούς φυσικούς και φιλόσοφους της επιστήμης. Ασχολήθηκε με τη θεμελίωση των μη ευκλείδειων γεωμετριών. Είναι γνωστός για τη γεωμετρική του συμβασιοκρατία (η θέση ότι είναι στο χέρι μας να περιγράψουμε τον φυσικό χώρο όπως θέλουμε, αρκεί να κάνουμε τις κατάλληλες αλλαγές στη φυσική θεωρία μας). Κάποια από τα έργα του είναι: *La science et l'hypothèse* (1902), *La valeur de la science* (1904), *Science et méthode* (1908), *Dernières pensées* (1913).

αναγκασμένος να δει πόσο εφήμερες είναι οι επιστημονικές θεωρίες. Μετά από μερικά χρόνια ευημερίας, τις βλέπει να εγκαταλείπονται διαδοχικά, βλέπει ερείπια να συσσωρεύονται πάνω σε ερείπια, προβλέπει ότι οι σημερινές θεωρίες εν ευθέτω χρόνω θα υποκύψουν με τη σειρά τους, και καταλήγει στο συμπέρασμα ότι είναι απολύτως μάταιες. Αυτό είναι που αποκαλείται χρεοκοπία της επιστήμης». Συνεχίζει λέγοντας: «Ο σκεπτικισμός του είναι επιφανειακός, δεν καταλαβαίνει ούτε το στόχο ούτε το ρόλο των επιστημονικών θεωριών, αλλιώς θα καταλάβαινε ότι ακόμα και τα ερείπια μπορεί να είναι χρήσιμα για κάτι» (1900, 14-15· 1902, 173). Ο Poincaré πρότεινε ότι αυτό το επιχείρημα δεν είχε καμία ισχύ εναντίον εκείνων που αντιμετώπιζαν τις θεωρίες απλώς ως εργαλεία για το συντονισμό των εμπειρικών νόμων και την πρόβλεψη των φαινομένων (πρβλ. Poincaré, *ό.π.*). Αν οι θεωρίες δεν στοχεύουν στο να περιγράψουν με σωστό τρόπο την επίπλωση του κόσμου, τότε δεν αποτελεί πρόβλημα το ότι οι θεωρητικές τους υποθέσεις, οι μη παρατηρήσιμες οντότητες και οι μηχανισμοί που θέτουν, είναι εικασίες που στη συνέχεια θα εγκαταλειφτούν. Όπως δηλώνει, «Η θεωρία του Fresnel μας επιτρέπει [την πρόβλεψη των οπτικών φαινομένων] όπως έκανε και πριν από την περίοδο του Maxwell» (1900, 15· 1902, 173).

Όμως, μια καθαρά ινστρουμενταλιστική προσέγγιση στις επιστημονικές θεωρίες δεν εξηγεί τις καινοφανείς προβλέψεις των θεωριών. Έτσι, ο Poincaré επέλεξε μια ενδιάμεση θέση. Αρνήθηκε τη θέση ότι οι θεωρίες είναι απλώς «πρακτικές μέθοδοι». Αντ' αυτού, υποστήριξε ότι οι επιτυχείς επιστημονικές θεωρίες μας μαθαίνουν κάτι για τον μη παρατηρήσιμο κόσμο. Αλλά τι ακριβώς; Οι επιστημονικές θεωρίες, συνεχίζει ο Poincaré, μπορούν να μας πουν κάτι για τις σχέσεις που οι μη παρατηρήσιμες οντότητες έχουν μεταξύ τους. Κρατώντας μια ευρέως νεοκαντιανή στάση, ο Poincaré ταύτισε τις μη παρατηρήσιμες οντότητες που προϋποτίθενται από την επιστήμη με το (Καντιανό) πράγμα καθ' εαυτό, και τις θεώρησε μη γνώσιμες. Εντούτοις, θεώρησε ότι η επιτυχία της επιστήμης θα μπορούσε να μας πει κάτι για τη *δομή* του κόσμου που αποτελείται από (μη γνώσιμες) μη παρατηρήσιμες οντότητες. Όπως τόνισε: «Όμως τα πράγματα καθ' εαυτά δεν είναι αυτό στο οποίο η [επιστήμη] μπορεί να φτάσει, όπως οι αφελείς δογματικοί θα υποστήριζαν, αλλά μόνο οι σχέσεις μεταξύ πραγμάτων. Εκτός αυτών των σχέσεων δεν υπάρχει άλλη γνώσιμη πραγματικότητα» (1902, 25).

Ο Poincaré πίστευε ότι η καλύτερη ένδειξη για το ποια είναι η δομή του μη παρατηρήσιμου κόσμου μπορεί να βρεθεί στη μαθηματική δομή μιας εμπειρικά επιτυχημένης θεωρίας. Συγκεκριμένα, υποστήριξε ότι οι μαθηματικές εξισώσεις που διατηρούνται στις εννοιολογικές επαναστάσεις και στις ριζικές αλλαγές των θεωριών

εκφράζουν πραγματικές σχέσεις μεταξύ μη παρατηρήσιμων οντοτήτων. Το επιχείρημά του είναι το εξής: «Αυτές οι εξισώσεις εκφράζουν σχέσεις, και αν οι εξισώσεις παραμένουν αληθείς, αυτό οφείλεται στο ότι οι σχέσεις διατηρούν την πραγματικότητά τους. Μας διδάσκουν, τώρα όπως τότε, ότι υπάρχει μια τέτοια σχέση μεταξύ αυτού του πράγματος και κάποιου άλλου πράγματος, μόνο που αυτό στο παρελθόν το αποκαλούσαμε *κίνηση*, ενώ τώρα το αποκαλούμε *ηλεκτρικό ρεύμα*. Αυτές οι ονομασίες ήταν απλώς εικόνες που υποκαθιστούσαν τα πραγματικά αντικείμενα που η Φύση θα μας κρύβει για πάντα. Οι αληθείς σχέσεις μεταξύ των πραγματικών αντικειμένων είναι η μοναδική πραγματικότητα που μπορούμε να αποκτήσουμε, και η μόνη συνθήκη είναι οι ίδιες σχέσεις να υπάρχουν μεταξύ αυτών των αντικειμένων όπως μεταξύ των εικόνων, με τις οποίες είμαστε αναγκασμένοι να τα αντικαταστήσουμε» (1900, 15· 1902, 174). Και κάπου αλλού δήλωσε: «... (Α)ν κοιτάζουμε καλύτερα [στην ιστορία των εγκαταλελειμμένων θεωριών], βλέπουμε ότι εγκαταλείπονται οι θεωρίες που υποτίθεται ότι μας διδάσκουν πώς είναι τα πράγματα. Όμως υπάρχει κάτι σε αυτές που συνήθως διασώζεται. Αν κάποια από αυτές μας δίδασκε μια αληθή σχέση, αυτή η σχέση σίγουρα υφίσταται, και θα βρεθεί πάλι κάτω από έναν νέο μανδύα στις νέες θεωρίες που θα έρθουν διαδοχικά να κυριαρχήσουν επί της παλαιάς» (1905, 182).

Οι θέσεις αυτές του Poincaré αποτέλεσαν πηγή έμπνευσης για τον Duhem. Ο ίδιος όμως διαχώρισε την επιστημονική θεωρία σε δύο τμήματα: το *αναπαραστατικό* (*representative*) και το *εξηγητικό* (*explicative*). Το αναπαραστατικό τμήμα αποτελεί μια ταξινόμηση των νόμων και το εξηγητικό στοχεύει στην πραγματικότητα που βρίσκεται πίσω από τα φαινόμενα. Για τον Duhem το αναπαραστατικό τμήμα της θεωρίας αποτελείται από τους εμπειρικούς νόμους και τον μαθηματικό φορμαλισμό που χρησιμοποιείται για να αναπαρασταθούν, συστηματοποιηθούν και συνδεθούν αυτοί οι νόμοι, ενώ το εξηγητικό τμήμα συνδέεται με τη συγκρότηση φυσικών μοντέλων και εξηγητικών υποθέσεων για τη φύση των φυσικών διαδικασιών και φιλοδοξεί να προσομοιώσει και να αποκαλύψει τους κρυμμένους μηχανισμούς και αίτια. Όμως ο Duhem θεώρησε το εξηγητικό τμήμα επιβλαβές για το αναπαραστατικό. Για να υποστηρίξει αυτήν τη θέση του στράφηκε προς την ιστορία της επιστήμης, ειδικά στην ιστορία της οπτικής και της μηχανικής. Υποστήριξε ότι όταν μια θεωρία εγκαταλείπεται επειδή αποτυγχάνει να καλύψει νέα εμπειρικά δεδομένα και νόμους, είναι το αναπαραστατικό τμήμα που διατηρείται, εν μέρει ή εξ ολοκλήρου, στη διαδοχική θεωρία, ενώ εγκαταλείπονται τα τμήματα της θεωρίας που αποτελούσαν εξήγηση.

Σύμφωνα με τον Duhem, η επιστήμη προοδεύει όταν μια θεωρία που είναι λιγότερο αναπαραστατική και περισσότερο εξηγητική αντικατασταθεί από μία άλλη που είναι λιγότερο εξηγητική και περισσότερο αναπαραστατική. Για παράδειγμα, η καρτεσιανή εξήγηση του φαινομένου του φωτός διαψεύστηκε από τον Romer, όμως δεν κατέρρευσε καθόλου η ταξινόμηση και η αναπαράσταση των νόμων της ανάκλασης. Αυτό που διαψεύστηκε ήταν το εξηγητικό τμήμα της θεωρίας.

Σε αυτό το σημείο θα μπορούσαμε να αναρωτηθούμε: αφού η θεωρία αποτελείται από ένα αναπαραστατικό και ένα εξηγητικό τμήμα, πώς διακρίνουμε ανάμεσα στα στοιχεία της θεωρίας που ανήκουν στο αναπαραστατικό τμήμα και σε αυτά που ανήκουν στο εξηγητικό; Όπως τονίσαμε παραπάνω, ο Duhem θεωρεί ότι το αναπαραστατικό τμήμα είναι ο μαθηματικός φορμαλισμός με τον οποίο αναπαρίστανται τα φαινόμενα, ενώ το εξηγητικό αποτελείται από όλες τις υποθέσεις που αφορούν τα αίτια αυτών των φαινομένων. Για παράδειγμα ο νόμος του Νεύτωνα για την παγκόσμια βαρύτητα ανήκει στο αναπαραστατικό τμήμα της Νευτώνειας θεωρίας, αφού συμπυκνώνει τους νόμους των ουράνιων φαινομένων. Όμως κάθε προσπάθεια να χαρακτηριστούν οι αιτίες που προκαλούν αυτές τις δυνάμεις της παγκόσμιας έλξης ανήκουν στο εξηγητικό τμήμα, το οποίο είναι στόχος της μεταφυσικής και όχι της φυσικής θεωρίας.

Όμως, πιστεύουμε, ότι σε αυτό το σημείο ο Duhem ήταν λίγο βιαστικός. Μπορεί κανείς να υποστηρίξει ότι η διάκριση μεταξύ του αναπαραστατικού και του εξηγητικού τμήματος είναι ύποπτη. Άραγε γιατί ο νόμος του Νεύτωνα είναι αναπαραστατικός και όχι εξηγητικός; Ο νόμος του Νεύτωνα εξηγεί τον νόμο των ουράνιων κινήσεων προϋποθέτοντας μία δύναμη έλξης ανάμεσα στον Ήλιο και τους περιστρεφόμενους πλανήτες. Κάνοντας αυτό, προϋποθέτει μια θεωρητική οντότητα – τη δύναμη της βαρύτητας. Επίσης αναπαριστά μαθηματικά αυτήν τη δύναμη εκφράζοντας τη βασική εξίσωση στην οποία υπακούει, και δείχνοντας πώς οι νόμοι των πλανητικών κινήσεων έπονται από αυτήν. Είναι αλήθεια ότι ο ίδιος ο νόμος του Νεύτωνα δεν εξηγεί την προέλευση της βαρυτικής έλξης, απλώς την προϋποθέτει. Αλλά αυτό δεν κάνει τον νόμο του Νεύτωνα μόνο αναπαραστατικό. Η πηγή της βαρυτικής έλξης μπορεί να χρειάζεται εξήγηση όμως αυτό δεν σημαίνει ότι η αξίωση μιας τέτοιας δύναμης δεν αποτελεί εξήγηση των νόμων του Kepler. Γενικά, κανείς μπορεί να ισχυριστεί ότι οι επιστημονικές εξηγήσεις (π.χ. εξηγητικές υποθέσεις) είναι αναπαραστατικές με την έννοια ότι έχουν μαθηματική μορφή και συνεπάγονται προβλέψεις που μπορούν να ελεγχθούν. Και αντιθέτως, οι μαθηματικές εξισώσεις που εκφράζουν τους νόμους της φύσης είναι εξηγητικές δεδομένου ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως προκείμενες για την

παραγωγή άλλων κατώτερου – επιπέδου νόμων. Ο Duhem μπορεί να νόμιζε ότι όλες οι πραγματικές εξηγήσεις διατυπώνονται με αιτιακούς όρους. Όμως, τουλάχιστον σύμφωνα με μια σημαντική φιλοσοφική θεωρία εξήγησης, (Friedman, 1974· Kitcher, 1981), η εξήγηση ενός φαινομένου, ή νόμου, ισοδυναμεί με την επίδειξη του πώς αυτό το φαινόμενο, ή νόμος, μπορεί να υπαχθεί σε πιο κατανοητούς και θεμελιώδεις νόμους. Οι νόμοι του Kepler εξηγούνται δεδομένου ότι έπονται από τους νόμους του Νεύτωνα, μαζί με κάποιες αρχικές συνθήκες.

Η θεωρητική φόρτιση της παρατήρησης

Σε κάθε περίπτωση, η επιστήμη για τον Duhem προοδεύει με τον ακόλουθο τρόπο. Ο πειραματιστής ανακαλύπτει συνεχώς νέα φαινόμενα και κατασκευάζει νέους νόμους. Ο θεωρητικός προσπαθεί κατόπιν να έχει μία αναπαραστατική θεωρία στην οποία να εντάσσει αυτά τα αποτελέσματα, επινοώντας πιο περιεκτικά και ταυτόχρονα πιο οικονομικά συστήματα. Όταν η επιστήμη μεταβαίνει από τη μια θεωρία στην άλλη, σχεδόν ποτέ δεν είναι απόλυτη η αντικατάσταση της παλαιάς με την καινούρια.

Η άποψη του Duhem έρχεται σε αντίθεση με τη θεωρία περί επιστημονικής αλλαγής του Thomas Kuhn (1922-1996), ο οποίος στο *The Structure of Scientific Revolutions* (1962) υποστήριξε ότι η καινούρια θεωρία είναι ασύμμετρη με την παλαιά. Για τον Duhem, η συνέχεια στα αναπαραστατικά τμήματα της θεωρίας εγγυάται τη συμμετρία μεταξύ αντίπαλων θεωριών, παρά το γεγονός ότι υπάρχει εξηγητική ασυνέχεια. Ο Duhem διατύπωσε επίσης μια θέση που έγινε δημοφιλής τη δεκαετία του 1960, και έμεινε γνωστή ως η θέση ότι η παρατήρηση είναι φορτισμένη ή εμποτισμένη από θεωρία.

Όπως το έθεσε ο Duhem: «Ένα πείραμα στη φυσική δεν είναι απλώς η παρατήρηση ενός φαινομένου. Είναι εκτός αυτού, η θεωρητική ερμηνεία αυτού του φαινομένου» (1906, 144). Μια χαρακτηριστική περίπτωση είναι η εξής: όταν ένας φυσικός παρατηρεί, παραδείγματος χάριν, τον δείκτη ενός αμπερόμετρου που συνδέεται με ένα καλώδιο να κινείται, θα περιγράψει την παρατήρησή του λέγοντας όχι ότι «ο δείκτης του αμπερόμετρου κινείται» αλλά ότι «ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται από το καλώδιο». Η παρατήρηση στην επιστήμη δεν είναι μόνο η πράξη της περιγραφής ενός φαινομένου (ό,τι και αν σημαίνει αυτό!). Είναι η ερμηνεία αυτού του φαινομένου υπό το φως κάποιας θεωρίας και γνώσεων υποβάθρου. Στην πραγματικότητα, αυστηρά μιλώντας, ένα φαινόμενο είναι ήδη μια ερμηνευμένη κανονικότητα (ή γεγονός).

Όμως μάλλον υπάρχει μια ένταση στη θέση του Duhem. Από τη μία, οι θεωρίες δεν είναι

κατασκευές που αποτιμούνται με όρους αλήθειας και ψεύδους, αλλά βολικά συστήματα στα οποία εμπεριέχονται τα φαινόμενα. Από την άλλη, τα φαινόμενα έχουν νόημα μόνο αν ερμηνεύονται από μια θεωρία και άρα μόνο αν βρίσκουν τη θέση τους στη θεωρία. Χωρίς την κατανόηση αυτών των θεωριών, όπως σημειώνει ο Duhem, δεν μπορούμε «να κατανοήσουμε το νόημα που [ο φυσικός] αποδίδει στις ίδιες τις δηλώσεις του» (1906, 159). Όμως πώς μπορεί να κατανοηθεί μια θεωρία αν θεωρείται απλώς ως ένα μαθηματικό σύστημα για την ταξινόμηση των φαινομένων; Αν, με άλλα λόγια, δεν θεωρείται ως, τουλάχιστον, δυνάμενη να είναι αληθής;

Ως απάντηση σε αυτό το πρόβλημα, θα ήταν ίσως χρήσιμο να θεωρηθεί ότι ο Duhem ήταν φιξιοναλιστής όσο αφορά τον θεωρητικό λόγο. Η επιστημονική γλώσσα είναι τόσο εμποτισμένη με θεωρία που θα ήταν αδύνατο να κατανοηθεί τι κάνουν οι επιστήμονες χωρίς να κατανοηθεί η θεωρία. Όμως για τον Duhem, πιστεύουμε, η κατανόηση της γλώσσας των θεωριών προϋποθέτει απλώς το να πιστεύουμε ότι οι θεωρίες περιγράφουν χρήσιμες φαντασιακές οντότητες. Η ερμηνεία των φαινομένων τότε είναι απλώς ζήτημα ενσωμάτωσης των φαινομένων μέσα στη φαντασιακή ιστορία που αφηγείται η θεωρία. Τότε, όταν κάποιος ερμηνεύει την κίνηση του δείκτη του αμπερόμετρου ως «διερχόμενο ηλεκτρικό ρεύμα», δεν δεσμεύεται στην αλήθεια κάποιας θεωρητικής εξήγησης, ούτε στην αλήθεια μίας συγκεκριμένης θεωρητικής περιγραφής. Απλώς προσπαθεί να κατανοήσει για τι μιλάει ο επιστήμονας δεχόμενος μια φαντασιακή ιστορία και επεκτείνοντας *την ιστορία αυτή* έτσι ώστε η κίνηση του δείκτη να βρίσκει τη θέση της σε αυτήν.

Ακόμα και έτσι όμως, το πρόβλημα είναι ότι ο θεωρητικός λόγος δεν μπορεί να εξαλειφθεί από τη στιγμή που η γλώσσα της επιστήμης, μαζί με την πειραματική επιστήμη, είναι εμποτισμένη από τη θεωρία. Κάποιος μπορεί να επιλέξει να δεχθεί την θεωρία ως χρήσιμη φαντασιακή ιστορία, όμως υπάρχει ένα μειονέκτημα σε αυτήν την κίνηση. Πού γίνεται ο διαχωρισμός μεταξύ οντοτήτων που θεωρούμε πραγματικές και οντοτήτων που θεωρούμε φαντασιακές;

Μήπως όμως ο Duhem αντιμετωπίζει το πρόβλημα της ασυμμετρίας κατά τη μετάβαση από κάποια θεωρία σε μια άλλη από τη στιγμή που όλη η παρατήρηση είναι εμποτισμένη από θεωρία; Η απάντηση του Duhem είναι αρνητική – και νομίζουμε ότι αποτελεί την σε γενικές γραμμές ορθή απάντηση στο πρόβλημα της ασυμμετρίας. Ας θέσουμε το ερώτημα με ακρίβεια. Από τη στιγμή που το νόημα των εκφράσεων που απαρτίζουν μια περιγραφή ενός φαινομένου που μας δίνει ένας επιστήμονας προσδιορίζεται από τις θεωρίες που το ερμηνεύουν, μπορούμε να κατανοήσουμε την

περιγραφή του χωρίς να κατανοήσουμε τις σχετικές θεωρίες; Η απάντηση είναι αρνητική, αλλά δεν δημιουργεί πρόβλημα ασυμμετρίας. Καταρχήν, μπορεί να συμβεί αυτές οι θεωρίες που εμποτίζουν την εν λόγω περιγραφή να «είναι εκείνες που δεχόμαστε». Συνεπώς, δεδομένου ότι ακολουθούμε τους ίδιους κανόνες στην ερμηνεία των ίδιων φαινομένων, μπορούμε να κατανοήσουμε τι κάνει ο επιστήμονας. Δεύτερον, ακόμα και αν ο επιστήμονας υποστηρίζει μια διαφορετική θεωρία από τη δική μας, υπάρχουν δύο επιλογές ανοικτές σε μας: μπορούμε είτε να προσπαθήσουμε να καθορίσουμε τον βαθμό στον οποίο το φαινόμενο μπορεί να ερμηνευτεί υπό το φως γενικά αποδεκτών θεωριών υποβάθρου. Ή μπορεί να εξετάσουμε αν υπάρχει κοινή υπο-γλώσσα (όχι απαραίτητως παρατηρησιακή) ανάμεσα στις θεωρίες μας, που μπορεί να περιγράψει τα διαθέσιμα φαινόμενα. Αν αποτύχουν και οι δύο επιλογές, τότε πρέπει να «προσπαθήσουμε να καθιερώσουμε μια αντιστοιχία μεταξύ των θεωρητικών ιδεών του συγγραφέα που μελετάμε και των δικών μας». Ο Duhem παρουσιάζει μερικά ενδιαφέροντα παραδείγματα από την ιστορία της οπτικής. Η «αντιστοιχία» δεν χρειάζεται να αποτελεί λέξη προς λέξη μετάφραση ανάμεσα στις δύο θεωρίες. Εάν δεν υπάρχει κανένας τρόπος με τον οποίο μία τέτοια αντιστοιχία μπορεί να επιτευχθεί – ούτε καν τοπική – τότε ενδεχομένως δεν μπορούμε να κατανοήσουμε το πείραμα αυτού του επιστήμονα.

Κατά του ινστρουμενταλισμού

Έχοντας δείξει πώς ο ινστρουμενταλισμός του Duhem υποτίθεται ότι οφείλει να λειτουργεί, πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι ο ίδιος ο Duhem προσφέρει τρία σημαντικά επιχειρήματα κατά της ινστρουμενταλιστικής κατανόησης των θεωριών. Πρώτον, αν οι θεωρίες αποτελούν ταξινόμηση ήδη γνωστών πειραματικών νόμων, τότε είναι δύσκολο να εξηγηθεί γιατί και πώς μια θεωρία καταφέρνει να προβλέψει καινοφανή φαινόμενα. Αν οι θεωρίες ήταν απλώς «σάκος γεμάτος εργαλεία», θα ήταν δύσκολο να κατανοηθεί πώς μπορεί να αποτελούν «προφήτη για μας» (1906, 27). Ο Duhem είναι δικαιολογημένα γοητευμένος από την ικανότητα κάποιων επιστημονικών θεωριών να προβλέπουν έως τώρα απρόβλεπτα φαινόμενα, π.χ. η πρόβλεψη της θεωρίας του Fresnel για την περίθλαση, σύμφωνα με την οποία, αν στην πορεία του φωτός από μια πηγή παρεμβληθεί ένας δίσκος, τότε ένα φωτεινό σημείο θα εμφανιστεί στο κέντρο της σκιάς του δίσκου. Αυτή η «διορατικότητα» των επιστημονικών θεωριών θα ήταν αφύσικο να αναμένεται – θα ήταν «αφύσικο κατόρθωμα της τύχης» – εάν «η θεωρία ήταν καθαρά τεχνητό σύστημα» που «αποτυγχάνει να υπονοήσει κάποιες αναπαραστάσεις των πραγματικών

σχέσεων μεταξύ των μη παρατηρήσιμων οντοτήτων» (1906, 28). Αλλά αυτή η «διορατικότητα» θα ήταν απολύτως φυσική, αν οι αρχές της θεωρίας «εκφράζουν βαθιές και πραγματικές σχέσεις μεταξύ πραγμάτων». Αυτές οι σχέσεις, μπορεί εύκολα να φανταστεί κανείς, θα επικρατούν σε όλη την περιοχή εφαρμοσιμότητας της θεωρίας και μπορούν να αποκαλύπτουν καινοφανή, μη αναμενόμενα, φαινόμενα. Δεδομένου ότι οι θεωρίες έχουν υπάρξει επιτυχείς «προφήτες» για μας, αν έπρεπε να στοιχηματίσουμε για το αν οι θεωρίες αποτελούν τεχνητά συστήματα ή αποτελούν «φυσική ταξινόμηση», θα ήταν φυσικό να επιλέξουμε το τελευταίο. Πράγματι, όπως έχουμε ήδη τονίσει, η επιτυχής καινοφανής πρόβλεψη και η θέση ότι μια θεωρία πρέπει να παρέχει φυσική ταξινόμηση είναι δύο κεντρικά θέματα στη σκέψη του Duhem και αποτελούν τις δύο όψεις του ίδιου νομίσματος.

Το δεύτερο επιχείρημα του Duhem αφορά τις διαισθήσεις των επιστημόνων που έρχονται σε αντίθεση με την ινστρουμενταλιστική προσέγγιση. Ο επιστήμονας δεν μπορεί να βλέπει στη θεωρία απλώς έναν κατάλογο στον οποίο έχουν καταγραφεί διάφορες πληροφορίες που αποκτήθηκαν με την εμπειρία. Η επιστημονική διαίσθηση βλέπει στις θεωρίες μια προσπάθεια *κατανόησης* του κόσμου. Αν ο επιστήμονας όντως ακολουθούσε την ινστρουμενταλιστική άποψη, σύμφωνα με την οποία οι θεωρίες δεν είναι παρά μια συστηματοποίηση εμπειρικών νόμων, θα απογοητευόταν από τα πενιχρά αποτελέσματα της ανάλυσής του, ακριβώς γιατί δεν θα μπορούσε να συλλάβει τη φυσική θεωρία ως μια πρακτική διαδικασία που ταξινομεί δεδομένα που έχουν αποκτηθεί χωρίς να τα μετασχηματίζει διόλου. Ο Duhem, συνεπώς, θεωρεί ότι η θέση πως ο σκοπός της θεωρίας είναι η ταξινόμηση πειραματικών δεδομένων σε ένα μαθηματικό πλαίσιο έρχεται σε αντίθεση με την προ-φιλοσοφική διαίσθηση του επιστήμονα, που βλέπει σε αυτή μία προσπάθεια για τη βαθύτερη κατανόηση του κόσμου.

Τέλος, το τρίτο επιχείρημα του Duhem υπέρ της άποψης της φυσικής ταξινόμησης και κατά του ινστρουμενταλισμού συνίσταται στο εξής: αν οι θεωρίες είναι εργαλεία για την ταξινόμηση και τη συστηματοποίηση των φαινομένων, γιατί οι επιστήμονες πρέπει να προσπαθούν να τις ενοποιήσουν σε ένα ενιαίο θεωρητικό σχήμα και να παρέχουν ένα συνεκτικό σύστημα στο οποίο ενσωματώνονται όλα τα φαινόμενα; Έχουμε ήδη επισημάνει τη σημασία που αποδίδει ο Duhem στο αίτημα της ενοποίησης. Αυτό που προσθέτει εδώ είναι ότι ο ινστρουμενταλισμός δεν μπορεί να στεγάσει αυτό το αίτημα στη θεωρία του με εύλογο τρόπο. Δεν μπορούμε να θεωρήσουμε ως δεδομένο ότι ένας ινστρουμενταλιστής θα θεωρήσει ως πρωταρχικής σημασίας τη λογική ενότητα της θεωρίας. Αντίθετα, ένας ρεαλιστής μπορεί να στεγάσει αυτό το αίτημα μέσω του

επιχειρήματος ότι η φύση είναι τέτοια ώστε δεν επιτρέπει οι θεωρίες που την περιγράφουν να είναι αντιφατικές μεταξύ τους. Για τον λόγο αυτόν η ενοποίηση μπορεί να θεωρηθεί ως ο τρόπος με τον οποίο αίρουμε αντιφάσεις και πλησιάζουμε προς αυτό που ο Duhem έχει ονομάσει τέλεια θεωρία.

Ορθολογική κρίση και η καλή αίσθηση των επιστημόνων

Αμέσως μετά τη δημοσίευση του έργου του *Ο στόχος και η δομής της φυσικής θεωρίας*, ο Duhem δέχτηκε ισχυρή κριτική για τον ακραίο θετικισμό του και για το ότι αδυνατεί να συλλάβει την αξία της επιστήμης – γιατί η επιστήμη έχει αξία αν είναι απλώς μια ταξινόμηση των παρατηρήσιμων φαινομένων; Λόγω αυτής της κριτικής ο Duhem προσπάθησε να δείξει πώς η επιστημονική μέθοδός του μπορούσε να διευρυνθεί, αποδεχόμενος ότι υπάρχει χώρος για ορθολογική κρίση στην επιστήμη που δεν εμπειριέχεται στην αυστηρή εξίσωση της επιστημονική μεθόδου με την εμπειρία και την (παραγωγική) λογική.

Η εμπειρία και η λογική από μόνες τους δεν παρέχουν κριτήρια για το πότε πρέπει μια θεωρία να εγκαταλείπεται. Αυτό το πρόβλημα έχει γίνει γνωστό ως το πρόβλημα των Duhem-Quine και έχει την απαρχή του στη θέση του Poincaré ότι η εμπειρία δεν μπορεί να διαψεύσει μια θεωρία, μπορεί μόνον να την καταδικάσει. Η θέση που έκανε γνωστή ο Duhem είναι ότι καμία επιστημονική υπόθεση (ή και ολόκληρη θεωρία) δεν μπορεί να ελεγχθεί εμπειρικά σε απομόνωση από άλλες υποθέσεις (ή θεωρίες). Το πείραμα που ελέγχει μια θεωρία εξαρτάται πάντοτε από άλλες θεωρίες και υποθέσεις. Σε κάθε επιστημονικό πείραμα, λέει προκλητικά ο Duhem, εμπειριέχεται το σύνολο της φυσικής. Ο σχεδιασμός της πειραματικής συσκευής και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων δεν εμπλέκει μόνο την εξεταζόμενη υπόθεση. Μπορεί να εμπλέκει και αρχές από άλλους κλάδους της φυσικής. Αν το πείραμα δεν δίδει το αναμενόμενο αποτέλεσμα, μπορεί το φταίξιμο να ανήκει στην υπό έλεγχο υπόθεση, μπορεί όμως να ανήκει σε μία ή περισσότερες από τις επικουρικές υποθέσεις. Έτσι, Ο Duhem αρνήθηκε ότι υπάρχουν κρίσιμα πειράματα⁸ στην επιστήμη. Βασιζόμενος στο ότι οι θεωρίες συνεπάγονται

⁸ Ένα κρίσιμο πείραμα υποτίθεται ότι μπορεί να διακρίνει αποφασιστικά μεταξύ δύο ανταγωνιστικών θεωριών. Εάν η θεωρία T_1 συνεπάγεται μια πρόβλεψη P και η T_2 συνεπάγεται την άρνηση της P , τότε το κρίσιμο πείραμα, με την επιλογή της P ή της όχι P , μπορεί να αποδείξει ως ψευδή (να διαψεύσει) είτε τη θεωρία T_1 είτε την T_2 . Η ιδέα του κρίσιμου πειράματος εισήχθη από τον Francis Bacon (1561-1626), ο οποίος θεώρησε ότι τα κρίσιμα πειράματα ήταν ουσιώδη

προβλέψεις μόνο με τη βοήθεια επικουρικών υποθέσεων, υποστήριξε ότι κανένα πείραμα δεν οδηγεί στην τελική διάψευση της θεωρίας. Μια θεωρία που βρίσκεται σε σύγκρουση με κάποια πειραματικά αποτελέσματα μπορεί πάντα να *σωθεί* από διάψευση κάνοντας αλλαγές στις επικουρικές υποθέσεις.

Υπάρχουν δύο διαστάσεις αυτής της θέσης του Duhem. Η πρώτη, την οποία έχουμε ήδη εξετάσει, είναι ότι όλες οι παρατηρήσεις είναι εμποτισμένες με θεωρία. Η δεύτερη είναι ότι τα τεκμήρια από μόνα τους δεν επαρκούν για να καθορίσουν ούτε ποια θεωρία είναι ορθή αλλά ούτε και ποια θεωρία είναι λανθασμένη (και άρα πρέπει να εγκαταλειφθεί). Με βάση το ότι το πείραμα και η (παραγωγική) λογική δεν μπορούν να επιλύσουν το πρόβλημα της επιλογής των θεωριών, πώς επιλύεται;

Προφανώς, πρέπει να εμπλουτίσουμε τον χαρακτηρισμό της επιστημονικής μεθόδου και το εύρος της ορθολογικής κρίσης με τρόπο που να υπερβαίνει τα όρια της εξίσωσης: μέθοδος = εμπειρία + λογική. Αυτό εν τέλει κάνει και ο ίδιος ο Duhem. Υιοθετεί άλλα κριτήρια αξιολόγησης. Μερικά από αυτά που προτείνει είναι: το εύρος της θεωρίας, ο αριθμός των υποθέσεων, η φύση των υποθέσεων (1892, 22), οι καινοφανείς προβλέψεις (1906, 28, 195), η συμβατότητα με άλλες θεωρίες (1906, 221, 255), η ενοποίηση σε ένα ενιαίο σύστημα υποθέσεων (1906, 293). Αυτοί είναι, φυσικά, οι συνήθεις ύποπτοι. Είναι *αξίες* ή *αρετές* της θεωρίας που υπερβαίνουν τη λογική. Αυτό που ο Duhem είδε ξεκάθαρα ήταν ότι η χρήση τέτοιων κριτηρίων είναι αναπόφευκτη αλλά όχι αλγοριθμική. Η άσκηση τους απαιτεί τη χρήση και την εξάσκηση της *κρίσης*.

Αν και ο Duhem ήταν απαισιόδοξος για τις προοπτικές μιας πλήρως αρθρωμένης θεωρίας ορθολογικής κρίσης στην επιστήμη, ήταν ξεκάθαρος για το ότι υπάρχει χώρος για ορθολογικές κρίσεις και ότι αυτές οι κρίσεις υπερβαίνουν τα (πιθανόν τεχνητά) όρια που τίθενται από τους προσκολλημένους στην εξίσωση: μέθοδος = εμπειρία + λογική.

Η απαισιοδοξία του ήταν εν μέρει βασισμένη στο ότι η ορθολογική πεποίθηση απαιτεί την άσκηση της κρίσης. Χαρακτήρισε αυτήν τη διάσταση της επιστημονικής μεθόδου ως «καλή αίσθηση». Αυτή είναι κάτι που οι επιστήμονες αποκτούν μέσω της κατάρτισης και της πράξης. Είναι κάτι που καλλιεργείται και οξύνεται. Είναι επίσης κάτι συναφές με την κοινή λογική. Ανεξαρτήτως των λεπτομερειών, η καλή αίσθηση επιτρέπει στον επιστήμονα να «επιλέγει» ανάμεσα σε ανταγωνιστικές υποθέσεις. Αν και «οι λόγοι της

για τη μέθοδο της εξαλειπτικής επαγωγής αφού αποκλείουν μία από τις αντιφατικές μεταξύ τους υποθέσεις για τις αιτίες και τα αποτελέσματα. Ο Bacon διέκρινε ανάμεσα σε δύο είδη πειραμάτων: αυτών που συσσωρεύουν δεδομένα για την ανάπτυξη των θεωριών και αυτών που ελέγχουν τις θεωρίες.

καλής αίσθησης δεν επιβάλλονται με την ίδια αδιάλλακτη αυστηρότητα όπως εκείνοι της λογικής» (1906, 217), παραμένουν *λόγοι*. Ο Duhem ήταν μεγάλος θαυμαστής του Pascal. Έτσι, για αυτόν αυτοί οι λόγοι είναι «λόγοι που ο Λόγος δεν γνωρίζει» (1906, 217).

Η λογική, συνεπώς, δεν είναι η μόνη βάση της κρίσης. Το κριτήριο που δεν προέρχεται από τη λογική (λόγοι που ο Λόγος δεν γνωρίζει) αλλά μπορεί να καθοδηγήσει την επιλογή, ο Duhem το ονομάζει καλή αίσθηση (*bon sens*). Βεβαίως, είναι δυνατόν να δημιουργούνται ασυμφωνίες ανάμεσα σε υποστηρικτές μιας παλιάς και μιας καινούριας θεωρίας, αν και τα δύο στρατόπεδα υποστηρίζουν ότι η καλή αίσθηση είναι με το μέρος τους. Αυτό συμβαίνει επειδή η καλή αίσθηση δεν αποκαλύπτεται πάντα καθαρά και με το ίδιο βαθμό σε όλους. Η ιστορία της φυσικής, υποστηρίζει ο Duhem, είναι γεμάτη με τέτοια επεισόδια. Όμως έρχεται η στιγμή που η καλή αίσθηση αποκαλύπτεται υπερασπίζοντας τη μία από τις θεωρίες. Οι αντίπαλοι αποσύρονται από τη διαμάχη, ενώ η λογική θα τους έκανε να τη συνεχίσουν. Η λογική δεν καθορίζει με απόλυτη ακρίβεια πότε μία ανεπαρκής υπόθεση πρέπει να αντικατασταθεί από μία άλλη, πιο γόνιμη, υπόθεση. Η αναγνώριση αυτή γίνεται από την καλή αίσθηση. Καλλιεργώντας λοιπόν και οξύνοντας οι φυσικοί την καλή αίσθηση μπορούν να βελτιώσουν τη δυνατότητα κρίσης και κατ' επέκταση να επιταχύνουν την πρόοδο της επιστήμης.

Πιστεύουμε ότι πρέπει να λάβουμε σοβαρά υπ' όψιν το δίδαγμα του Duhem. Η επιστημονική μέθοδος δεν είναι αλγοριθμική. Απαιτεί την άσκηση της κρίσης. Αυτή η κρίση περιορίζεται από διάφορες αρετές που πρέπει να κατέχουν οι θεωρίες. Μπορεί να είναι ορθολογική ακόμα και αν δεν προκύπτει αυστηρά από την εμπειρία και τη λογική. Η ορθολογικότητά της εξαρτάται, τελικά, από το εάν λαμβάνονται υπ' όψιν *λόγοι* που ευνοούν μια θέση και καταδικάζουν μια άλλη. Όμως πρέπει να πάμε πέρα από τον Duhem. Μια *θεωρία* ορθολογικής κρίσης δεν είναι καταδικασμένη από την αρχή. Δεν μπορεί να αναχθεί απλά σε «καλή αίσθηση». Ένα καλό σημείο για την αρχή μιας τέτοιας θεωρίας είναι να επικεντρωθεί στον ρόλο που παίζουν στην ορθολογική κρίση οι εξηγητικές αρετές της θεωρίας – μια άποψη που ο ίδιος ο Duhem κατέστησε δυνατή.

Θεωρίες και μοντέλα

Ας ρίξουμε μια σύντομη ματιά στην κριτική που άσκησε ο Duhem στη χρήση μοντέλων από τους φυσικούς επιστήμονες της εποχής του. Η αφαίρεση, η γενίκευση και η παραγωγή συνιστούν τη φυσική θεωρία όπως την έχει ορίσει και, όπως έχουμε ήδη δει, οδηγεί σε διπλή οικονομία της σκέψης – επειδή υποκαθιστά με νόμο ένα σύνολο

γεγονότων και επειδή υποκαθιστά έναν μεγάλο αριθμό νόμων με ένα μικρό σε πλήθος σύνολο από υποθέσεις.

Ο Duhem συγκρίνει τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν οι Άγγλοι και οι Γάλλοι επιστήμονες της εποχής του, για να καταδείξει, μέσα από την ιστορία της επιστήμης, τον τρόπο με τον οποίο οι φυσικοί αντιλαμβάνονται τη φυσική θεωρία. Υποστηρίζει ότι οι Γάλλοι διαθέτουν βαθύ αλλά στενό νου. Για τους Γάλλους φυσικούς, κατά τον Duhem, η θεωρία αποτελείται από ένα σύνολο αφηρημένων ιδεών και γενικών προτάσεων που έχουν διατυπωθεί σε μια καθαρή και συγκεκριμένη μαθηματική γλώσσα.

Αυτό δεν ισχύει για τους Άγγλους επιστήμονες, που αντί να συνδέουν συλλογισμούς συσσωρεύουν γεγονότα. Ο αγγλικός νους είναι, κατά τον Duhem, ευρύς αλλά ρηχός. Για τους Άγγλους φυσικούς, η δημιουργία μοντέλων που μιμούνται τα φαινόμενα είναι απαραίτητη διαδικασία για την κατανόηση της φυσικής, αφού δεν μπορούν να κάνουν νοητικές αναπαραστάσεις των φαινομένων που συμβαίνουν γύρω τους. Όταν κατασκευάζουν αυτά τα μοντέλα ο μόνος στόχος τους είναι να αναπαραστήσουν ένα σύνολο από φυσικούς νόμους, να κάνουν μια εικονική αναπαράσταση ενός αφηρημένου νόμου που ο νους τους δεν μπορεί να συλλάβει χωρίς αυτήν. Συνεπώς, ο Άγγλος φυσικός δεν αποσκοπεί στο να δώσει μια εξήγηση των φαινομένων που μελετά, και άρα, δεν εμπλέκεται στη μεταφυσική. Όμως, για τον Duhem, τα εικονικά μοντέλα δεν παρέχουν γνώση των φαινομένων. Εκεί που οι Άγγλοι επιστήμονες εξίσωσαν την κατανόηση με κατασκευές που εμπεριέχουν «νήματα που κινούνται γύρω από τροχαλίες, που κυλούν γύρω από κυλίνδρους, που περνούν μέσα από σφαίρες, που σηκώνουν κάποιο βάρος», οι Γάλλοι φυσικοί κατασκευάζουν θεωρίες με αξιωματική αυστηρότητα και λογική ενότητα. Αν και όλοι προσφεύγουν στα μαθηματικά, οι Άγγλοι φυσικοί δεν χαρακτηρίζουν τον ρόλο των μαθηματικών με τον ίδιο τρόπο που το κάνουν οι συνάδελφοί τους στην ηπειρωτική Ευρώπη. Για τους Γάλλους και τους Γερμανούς η φυσική θεωρία είναι ουσιαστικά ένα λογικό σύστημα. Στη βάση έχουμε τις υποθέσεις από τις οποίες μέσω της παραγωγής φτάνουμε στα λογικά επακόλουθα, τις παρατηρησιακές συνέπειες. Για τους Άγγλους φυσικούς τα μαθηματικά είναι ένα τμήμα του μοντέλου. Τα μοντέλα κατασκευάζονται με τη φαντασία, ενώ οι θεωρίες με τη λογική.

Ένας φυσικός που θέλει να συνενώσει και να ταξινομήσει σε μια αφηρημένη θεωρία τους νόμους μιας συγκεκριμένης κατηγορίας φαινομένων κατευθύνεται συχνά από την αναλογία που παρατηρεί ανάμεσα σε αυτά τα φαινόμενα και στα φαινόμενα που ανήκουν σε άλλη κατηγορία. Η ιστορία της φυσικής δείχνει, λέει ο Duhem, ότι η αναζήτηση αναλογιών μεταξύ δύο διαφορετικών κατηγοριών φαινομένων συνιστά αποτελεσματικό

τρόπο κατασκευής μιας φυσικής θεωρίας, ακόμα και για επιστημονικές ανακαλύψεις. Όμως οι αναλογίες δεν πρέπει να συγχέονται με τη χρήση μοντέλων. Οι αναλογίες συνίστανται στο ότι φέρνουν κοντά δύο αφηρημένα συστήματα. Σε αυτήν τη διαδικασία δεν υπάρχει τίποτα που να υποκαταστήσει τη χρήση της λογικής με τη χρήση της φαντασίας, τίποτα που να απορρίψει τη λογικά καθοδηγούμενη κατανόηση των αφηρημένων ιδεών και γενικών κρίσεων.

Η απόδοση εθνικών χαρακτηριστικών στην επιστήμη ήταν προσφιλής δραστηριότητα για τον Duhem. Υποστήριξε ότι διαφορετικά εθνικά χαρακτηριστικά οδηγούν σε διαφορετικές προσεγγίσεις στην επιστήμη. Παραδείγματος χάριν, επέκρινε τη γερμανική επιστήμη επειδή ήταν πολύ γεωμετρική, ενώ εγκωμίασε τη γαλλική επιστήμη επειδή χρησιμοποιούσε το αναλυτικό ύφος των μαθηματικών.

Πέραν όμως αυτών των μάλλον αυθαίρετων γενικεύσεων, η εχθρότητά του προς την αγγλική επιστήμη ήταν ριζωμένη στην αντίδρασή του στην παράδοση του Maxwell και των ακολούθων του (γνωστών και ως Μαξγουελιανών) να οικοδομούν μηχανικά μοντέλα για την κατανόηση των φαινομένων. Ο Λόρδος Kelvin (1824-1907) εξέφρασε αυτήν την παράδοση ξεκάθαρα όταν σημείωσε: «Μου φαίνεται ότι ο έλεγχος του “Κατανοούμε ή όχι ένα συγκεκριμένο αντικείμενο στην φυσική” ισοδυναμεί με το “Μπορούμε να κατασκευάσουμε μηχανικό μοντέλο για αυτό;”».⁹ Για πολλούς επιστήμονες, ιδιαίτερα τους ηπειρωτικούς, αυτή η τμηματική προσέγγιση ήταν εντελώς λανθασμένη, επειδή απέτυχε στη συνένωση των φαινομένων (ειδικά τα ηλεκτρικά και μαγνητικά φαινόμενα): αυτή απέτυχε να δείξει πώς όλα αυτά τα φαινόμενα ήταν εκδήλωση των ίδιων βασικών αρχών.

Αναζητώντας μια ενδιάμεση θέση

Σε όλη του την πορεία, ο Duhem προσπάθησε να συμβιβάσει μια μορφή του ινστρομενταλισμού με μια μορφή του επιστημονικού ρεαλισμού. Η θεμελιώδης ιδέα για τη *φυσική* ταξινόμηση είναι μια απόπειρα να ενσωματώσει στο σύστημά του μια ρεαλιστική θέση, διαχωρίζοντάς το από τον σκεπτικισμό. Από τη μία πλευρά, διαφωνούσε με τους Poincaré, Édouard Le Roy¹⁰ και Abel Rey¹¹ που ήθελαν (κυρίως οι

⁹ Στο *Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light* (Baltimore, Johns Hopkins University, 1884), σ. 131-132; Παρατίθεται από τον Pierre Duhem (1906, 71).

¹⁰ (1870-1954). Γάλλος φυσικός, μαθηματικός και φιλόσοφος. Ήταν καθηγητής μαθηματικών στο Κολέγιο Saint-Louis των Παρισίων, ασχολήθηκε με τη φιλοσοφία και τη μεταφυσική.

δύο τελευταίοι) να αναγάγουν την επιστήμη σε ένα σύνολο από πρακτικές οδηγίες αφαιρώντας από αυτήν κάθε ισχυρισμό περί αλήθειας πέραν των φαινομένων. Από την άλλη, εναντιωνόταν στην προσπάθεια των επιστημόνων της εποχής του να δομήσουν θεωρίες βασισμένες στην ύπαρξη μη παρατηρήσιμων οντοτήτων (όπως μόρια, άτομα, ηλεκτρόνια κ.λπ.). Η ιστορική αναδρομή που κάνει ο Duhem στην αστρονομία στηρίζεται σε μια διχοτομία ανάμεσα στους μαθηματικούς που είχαν σκοπό να διατυπώσουν έναν φορμαλισμό που θα ταίριαζε στα φαινόμενα και σε εκείνους που ήθελαν να εξηγήσουν τις ουράνιες κινήσεις μέσω αιτιακών σχέσεων. Στο τέλος του *Σώζειν τα φαινόμενα*, ο Duhem επιχειρεί μια μερική σύνθεση αυτών των δύο παραδόσεων. Αντίθετα από τον Γαλιλαίο και τον Kepler, ισχυρίζεται ο Duhem, σήμερα πιστεύουμε, μαζί με τον Oslander και τον καρδινάλιο Bellarmino, ότι οι υποθέσεις της φυσικής είναι απλώς μαθηματικές επινοήσεις που έχουν κατασκευασθεί για να σώζουν τα φαινόμενα. Όμως, συνεχίζει ο Duhem, στον Γαλιλαίο και τον Kepler οφείλουμε το ότι σήμερα απαιτούμε από τις θεωρίες μας να σώζουν όλα τα φαινόμενα του σύμπαντος σε ένα ενιαίο και ενοποιημένο πλαίσιο. Ο Duhem πιστεύει πως ο Γαλιλαίος και ο Kepler δεν θα έπρεπε να δηλώσουν ότι η γη κινείται και ότι η πίστη τους ότι οι υποθέσεις τους αποκαλύπτουν τις πραγματικές κινήσεις των πλανητών ήταν αντίθετη προς τη λογική και λανθασμένη. Αυτό που τους οφείλουμε, κατά τον Duhem, είναι η ενοποίηση των ουράνιων και γήινων κινήσεων σε ένα ενιαίο σύστημα, που ολοκληρώθηκε από τον Νεύτωνα.

Κάποια από τα έργα του είναι: *Science et philosophie* (1899), *Exigence idealiste et le fait de l'évolution* (1927), *Les origines humaines et l'évolution de l'intelligence* (1928).

¹¹ (1873-1940). Γάλλος φιλόσοφος και ιστορικός της επιστήμης. Στο άρθρο του «Philosophie scientifique» (1905) και αργότερα στο βιβλίο του *La théorie de la physique chez les physiciens contemporains* (1907) ο Rey μελέτησε το ζήτημα που είχε προκαλέσει έντονες συζητήσεις ανάμεσα στους φιλοσόφους και επιστήμονες της εποχής για την κρίση της φυσικής επιστήμης. Ο Rey άσκησε έντονη κριτική στη φιλοσοφία του Duhem, λέγοντας ότι ο Duhem είχε αφήσει τις θρησκευτικές πεποιθήσεις του να επηρεάζουν τη φιλοσοφία του. Για τον Rey η άρνηση του Duhem ότι η φυσική μπορεί να προσεγγίσει την πραγματικότητα πέρα των φαινομένων υπονοούσε ένα κρυμμένο πρόγραμμα στον Duhem που θα ευνοούσε την Καθολική πίστη και άρα ήταν «φυσική ενός πιστού». Έργα όπως αυτό του Duhem, σύμφωνα με τον Rey, προκάλεσαν κρίση στην επιστήμη, μια κρίση που φανέρωσε ότι δεν ήταν πια δυνατόν να παραχθεί μια μεταφυσική εικόνα για τον κόσμο από τη φυσική θεωρία. Το άρθρο του Rey «Philosophie scientifique» αποτέλεσε αφορμή για τη δημοσίευση του άρθρου του Duhem «Physique de croyant» (Η Φυσική ενός πιστού) (1905), όπου ο Duhem υποστηρίζει ότι στο πλαίσιο της δικής του φιλοσοφίας δεν μπορεί να γίνεται λόγος για σύγκρουση ή συμφωνία ανάμεσα στις αρχές της φυσικής θεωρίας και στα θρησκευτικά δόγματα, αφού τα θρησκευτικά/μεταφυσικά δόγματα αγγίζουν την αντικειμενική πραγματικότητα κάτι το οποίο η φυσική θεωρία δεν μπορεί να κάνει.

Φυσικά, ο Duhem είχε άδικο όσον αφορά την Κοπερνίκεια θεωρία. Είχε επίσης άδικο όσον αφορά την ατομική θεωρία, την οποία, σε αντίθεση με τον Poincaré, αρνήθηκε να αποδεχθεί ως το τέλος της ζωής του. Το πρόβλημα, όπως έχουμε ήδη εντοπίσει, βρίσκεται στον εξαιρετικά στενό προσδιορισμό της επιστημονικής μεθόδου και στην ταύτιση της εξήγησης με τη μεταφυσική.

Η κριτική του Duhem στους συμβασιοκράτες της εποχής του έχει ως βάση την αποτυχία τους να αναγνωρίσουν την προοδευτική ενοποίηση για την οποία η ιστορία της επιστήμης μας παρέχει τεκμήρια. Η θέση αυτή του Duhem είναι πολύ κατηγορηματική – ακόμα και αν υπάρχουν ασυνέχειες στην ιστορία της επιστήμης, αυτές οφείλονται στο εξηγητικό τμήμα των θεωριών. Στο αναπαραστατικό τμήμα, κάθε θεωρία που αποχωρεί μοιράζεται με αυτήν που ακολουθεί τη φυσική ταξινόμηση που η προηγούμενη είχε κατασκευάσει.

Θα μπορούσαμε σε αυτό το σημείο να αναρωτηθούμε αν αυτή η θέση του είναι ρεαλιστική. Θεωρούσε ότι η δομή του κόσμου είναι (ή σχεδόν είναι) όπως την περιγράφουν οι καλύτερες θεωρίες μας; Μπορούμε να πούμε ότι η πεποίθησή του για τη φυσική ταξινόμηση τον κάνει ρεαλιστή; Θα μπορούσαν τα άτομα ή τα ηλεκτρόνια να γίνουν τμήμα αυτής της φυσικής ταξινόμησης; Η απάντηση είναι μάλλον αρνητική. Ο μόνος ρεαλισμός που μπορούμε σίγουρα να συνδέουμε με τον Duhem αφορά τη θέση του για την προβλεπτική γονιμότητα και την ενοποιητική δύναμη των αφηρημένων νόμων της φυσικής, που δεν μπορεί να είναι απλά θέμα τύχης. Και τα δύο εξηγούνται καλύτερα από την υπόθεση ότι αυτοί οι νόμοι αντανakλούν σχέσεις μεταξύ μη παρατηρήσιμων οντοτήτων, η ουσία των οποίων, όμως, δεν μπορεί να συλληφθεί, σύμφωνα με τον Duhem, από τις μεθόδους της επιστήμης. Γιατί όμως δεν υπέθεσε ότι αυτό το επιχείρημα θα μπορούσε να επεκταθεί και στις ίδιες τις μη παρατηρήσιμες οντότητες; Μάλλον επειδή, όπως και στην περίπτωση του Mach, οι μη παρατηρήσιμες οντότητες του φαίνονταν πολύ πέραν της ανθρώπινης σύλληψης.

Όσο και αν ο Duhem δεν κάνει το βήμα προς τον ρεαλισμό, οι τρεις θέσεις που όπως είδαμε, διατυπώνει εναντίον του ινστρουμενταλισμού είναι πολύ ισχυρές. Αυτό που μας δείχνουν είναι πως η ινστρουμενταλιστική κατανόηση της θεωρίας αφήνει ανεξήγητα πολλά χαρακτηριστικά της επιστήμης και των επιστημονικών θεωριών. Πιο συγκεκριμένα, αφήνει ανεξήγητο το γεγονός ότι, σε τελική ανάλυση, η επιστήμη έχει ως στόχο την κατανόηση του κόσμου, αλλά επίσης αφήνει ανεξήγητο το πως μπορούν οι θεωρίες να κάνουν καινοφανείς προβλέψεις και να αποτελούν τμήματα ενός ενοποιημένου θεωρητικού συστήματος του κόσμου. Έχοντας διατυπώσει τις τρεις θέσεις

εναντίον του ινστρουμενταλισμού, ο Duhem ουσιαστικά φτάνει σε ένα σημείο όπου υπονομεύει αυτό που αρχικά ήθελε να δείξει – ότι η επιστήμη μπορεί να ασκείται επιτυχημένα χωρίς να χρειάζεται να απαντηθούν τα ερωτήματα για το αν πίσω από τα αντιληπτά φαινόμενα υπάρχει μια υλική πραγματικότητα και για το ποια είναι η φύση της. Οι θέσεις του Duhem δεν καθιστούν αναγκαίο ότι η επιστήμη πρέπει να απαντήσει σε αυτές τις ερωτήσεις. Όμως προτείνουν ότι η κατανόησή μας για την επιστήμη, τον στόχο και τη δομή της, δεν θα είναι πλήρης αν δεν επιδιώξουμε να απαντήσουμε αυτές τις ερωτήσεις.

Αναφορές

- Friedman, M. (1974) “Explanation and Scientific Understanding”, *Journal of Philosophy* 71: 5-19.
- Kitcher, P. (1981) “Explanatory Unification”, *Philosophy of Science* 48: 251-81.
- Poincaré, H. (1900) “Les relations entre la physique expérimentale et la physique mathématique”, *Rapports Présentés au Congrès International de Physique de 1900*, Paris.
- Poincaré, H. (1902) *La science et l’hypothèse*, ανατ. Paris: Flammarion (1968).
- Poincaré, H. (1905) *La valeur de la science*, ανατ. Paris: Flammarion (1970).
- Psillos, S (2001) “Is Structural Realism Possible?”, *Philosophy of Science*, vol. 68:3.
- Rankine, M.J. (1855) “Outline of the Science of Energetics”, στο *Miscellaneous Scientific Papers*.
- Van Fraassen, B. (1980) *The Scientific Image*, Oxford: Clarendon Press.
- Worrall, J (1989) “Structural Realism: The best of both worlds?” στο Papineau, D (ed), (1996) *The Philosophy of Science*, Oxford: Oxford University Press.

Βιβλιογραφία

- Brenner A.A. (1990) “Holism a Century Ago: The Elaboration of Duhem’s Thesis”. *Synthese* 83: 325-335.
- Duhem, P. (1893) “Physics and Metaphysics” στο R. Ariew & P. Barker (eds) *Pierre Duhem: Essays in the History and Philosophy of Science*, (1996), Indianapolis: Hackett.
- Duhem, P. (1906) *The Aim and Structure of Physical Theory*, (2^η έκδ. 1914, μτφρ. P.

- Wiener 1954), Princeton: Princeton University Press.
- Duhem, P. (1908) *To Save the Phenomena*, E. Doland & C. Mascher (μτφρ.), 1969, The University of Chicago Press.
- Duhem, P. (1913) “Examen logique de la théorie physique”. Αγγλική μετάφραση με τίτλο “Logical Examination of Physical Theory”, P. Barker & R. Ariew (μτφρ.), *Synthese* (1990), 83: 183-188.
- Lugg, A. (1990) “Pierre Duhem’s Conception of Natural Classification”, *Synthese* 83: 409-420.
- Martin, R.N.D. (1991) *Pierre Duhem: Philosophy and History in the Work of a Believing Physicist*, Open Court Publishing Company.
- McMullin, E. (1990) “Comment: Duhem’s Middle Way”, *Synthese* 83: 421-430.
- Psillos, S. (1999) *Scientific Realism – How science tracks truth*, London: Routledge.
- Roger, A. “The Duhem Thesis”, *The British Journal for the Philosophy of Science* 35: 313-325.