

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΞΗΓΗΣΗ

Wesley C. Salmon

Πολλοί και ποικίλοι είναι οι καρποί της επιστήμης. Όταν στις συζητήσεις γίνεται λόγος περί επιστήμης, οι περισσότεροι φέρνουν αμέσως στο νου τους την υψηλή τεχνολογία, δηλαδή επιτεύγματα όπως οι υπολογιστές, η πυρηνική ενέργεια, η γενετική μηχανική ή οι υπεραγωγοί υψηλών θερμοκρασιών. Αυτοί είναι οι καρποί της εφαρμοσμένης επιστήμης. Η αποτίμηση των οφελών, των κινδύνων και του κόστους αυτών και άλλων παρόμοιων τεχνολογικών εξελίξεων οδηγεί συχνά σε ζωνχές και παθιασμένες αντιπαραθέσεις.

Ωστόσο, σε αυτό το κεφάλαιο θα εστιάσουμε την προσοχή μας σε μια διαφορετική όψη της επιστήμης, και πιο συγκεκριμένα στη νοητική κατανόηση του κόσμου μας, την οποία αυτή μας παρέχει. Αυτός είναι ο καρπός της καθαρής επιστήμης και είναι ένας καρπός που όλοι μας εκτιμούμε ιδιαίτερα. Όλοι μας συχνά ρωτάμε «Γιατί;» με σκοπό να πετύχουμε κάποιο βαθμό κατανόησης σχετικά με διάφορα φαινόμενα. Αυτό φαίνεται να είναι έκφραση μιας φυσικής ανθρώπινης περιέργειας. Γιατί, κατά τη διάρκεια μιας ολικής σεληνιακής έκλειψης, καθώς η Γη περνά μεταξύ αυτού και του Ηλίου, το φεγγάρι αποκτά ένα χαλκώδες χρώμα, αντί απλώς να γίνεται σκοτεινό; Επειδή η ατμόσφαιρα της Γης δρα ως πρίσμα, διαθλώντας το ηλιακό φως που περνά από μέσα της με τρόπο τέτοιο ώστε το φως από την κόκκινη περιοχή του φάσματος να πέφτει πάνω στη σεληνιακή επιφάνεια. Αυτό είναι μια πρόχειρη σκιαγράφιση της επιστημονικής εξήγησης αυτού του φαινομένου και προσφέρει τουλάχιστον κάποιο βαθμό επιστημονικής κατανόησης.

Σκοπός μας σ' αυτό το κεφάλαιο είναι να προσπαθήσουμε να πούμε με κάποια ακρίβεια σε τι συνίσταται η επιστημονική εξήγηση. Όμως, πριν αποδυθούμε σ' αυτό το εγχείρημα, κρίνεται απαραίτητη κάποια προεισαγωγική διασάφηση ορισμένων σημείων.

1.1 ΕΞΗΓΗΣΗ ΕΝΑΝΤΙ ΕΠΙΚΥΡΩΣΗΣ

Το πρώτο βήμα στην πορεία της διασάφησης της έννοιας «επιστημονική εξήγηση», είναι να χαράξουμε μια σαφή διαχωριστική γραμμή μεταξύ της εξήγησης του *γιατί* ένα συγκεκριμένο φαινόμενο συμβαίνει, και της δικαιολόγησης της πεποίθησης *ότι* αυτό πράγματι συμβαίνει. Ο λόγος για τον οποίο πιστεύω *ότι* το φεγγάρι γίνεται χαλκόχρουν κατά τη διάρκεια μιας ολικής έκλειψης είναι το *ότι* το έχω παρατηρήσει με τα ίδια μου τα μάτια. Μπορώ να προσφύγω επίσης και στη μαρτυρία άλλων παρατηρητών. Με αυτόν τον τρόπο επικυρώνεται¹ η πρόταση πως το φεγγάρι γίνεται χαλκόχρουν κατά τη διάρκεια μιας ολικής έκλειψης, πράγμα που είναι εντελώς διαφορετικό από την εξήγηση του *γιατί* κάτι τέτοιο συμβαίνει. Ας εξετάσουμε ένα άλλο παράδειγμα. Σύμφωνα με τη σύγχρονη κοσμολογία, όλοι οι γαλαξίες υποχωρούν ως προς εμάς με μεγάλες ταχύτητες. Τεκμήριο γι' αυτό είναι το γεγονός *ότι* το φως μετατοπίζεται προς το ερυθρό άκρο του φάσματος: ένα τέτοιο τεκμήριο επικυρώνει την πρόταση *ότι* οι άλλοι γαλαξίες απομακρύνονται από τον δικό μας Γαλαξία. Το γεγονός της ύπαρξης μιας τέτοιας ερυθράς μετατόπισης δεν εξηγεί *το γιατί* οι γαλαξίες κινούνται μ' αυτόν τον τρόπο· αντίθετα, το γεγονός της συνεχούς απομάκρυνσής τους εξηγεί – με βάση το φαινόμενο Ντόπλερ² – *το γιατί* το φως τους μετατοπίζεται προς το ερυθρό άκρο του φάσματος. Η εξήγηση της απομάκρυνσης βασίζεται στην ιδέα της «μεγάλης έκρηξης» (big bang), με την οποία ξεκίνησε η ιστορία του σύμπαντός μας αρκετά δισεκατομμύρια χρόνια πριν· είναι αυτό που κάνει όλους τους γαλαξίες να υποχωρούν ο ένας ως προς τον άλλο και, κατά συνέπεια, όλους να απομακρύνονται από εμάς.

1.2 ΑΛΛΑ ΕΙΔΗ ΕΞΗΓΗΣΗΣ

Ένα ακόμα προκαταρκτικό βήμα στην πορεία διασάφησης της έννοιας *επιστημονική* εξήγηση είναι *το να αναγνωρίσουμε την ύπαρξη πολλών διαφορετικών ειδών εξήγησης πέραν εκείνων που κατατάσσουμε στις επιστημονικές*. Για παράδειγμα, πολύ συχνά συναντούμε εξηγήσεις για *το πώς* να κάνουμε κάτι – *πώς* να χρησιμοποιήσουμε ένα καινούργιο κουζινικό σκεύος, ή *πώς* να βρούμε κάποια συγκεκριμένη διεύθυνση σε μιαν άγνωστη πόλη. Υπάρχουν, επίσης, εξηγήσεις του τύπου «τι;» (τι σημαίνει μια άγνωστη λέξη, ή τι πρόβλημα παρουσιάζει κά-

¹ Ο όρος «επικύρωση» θα εξεταστεί στο δεύτερο κεφάλαιο αυτού του βιβλίου.

² Φαινόμενο Ντόπλερ είναι η επιμήκυνση κυμάτων που εκπέμπονται από μια πηγή που απομακρύνεται από έναν παρατηρητή, και η επιβράχυνσή τους όταν η πηγή της εκπομπής τους πλησιάζει τον παρατηρητή. Το ίδιο φαινόμενο συμβαίνει και με το φως και με τον ήχο και μπορεί να γίνει αντιληπτό από την αλλαγή τού ύψους τού τόνου τού σφυρίγματος ενός τραίνου που μας προσπερνά.

ποιο αυτοκίνητο). Ενώ πολλές, αν όχι όλες, από τις επιστημονικές εξηγήσεις μπορούμε να τις επιζητήσουμε μέσω ερωτήσεων που εισάγονται με το «γιατί», η αναζήτηση εξηγήσεων άλλου είδους κανονικά δεν εισάγεται με τον ίδιο τρόπο. Για αυτόν τον δεύτερο σκοπό αρμόζουσες είναι οι ερωτήσεις που ξεκινούν με το *πώς* να ή το *τι*.

Υπάρχουν και άλλα είδη εξήγησης. Μπορεί κάποιος να ζητήσει να του εξηγηθεί το νόημα μιας ζωγραφιάς ή ενός ποιήματος. Τέτοιου είδους ερωτήματα αποζητούν μια καλλιτεχνική ερμηνεία. Ή πάλι, μπορεί κάποιος να ζητήσει την εξήγηση μιας μαθηματικής απόδειξης· η συμπλήρωση κάποιων επιπλέον ενδιάμεσων βημάτων θα ήταν ένας κατάλληλος τρόπος δράσης εδώ, έτσι ώστε να φανεί πώς μεταβαίνουμε από το ένα βήμα της αρχικής απόδειξης στο επόμενο. Όμως, τίποτα από αυτά δεν μπορεί να χαρακτηριστεί «επιστημονική εξήγηση». Αποκλείονται επίσης από το χώρο των επιστημονικών εξηγήσεων οι εξηγήσεις τυπικών γεγονότων (formal facts) στα καθαρά μαθηματικά, τέτοιων όπως το άπειρο πλήθος πρώτων αριθμών. Εδώ μας ενδιαφέρει μόνο η εξήγηση στις εμπειρικές επιστήμες.

Έτσι όπως αντιλαμβανόμαστε την έννοια, η *επιστημονική* εξήγηση συνιστά μιαν απόπειρα να καταστήσουμε κατανοήσιμο ή εννοήσιμο ένα επιμέρους συμβάν (όπως το ατύχημα του 1986 στον πυρηνικό αντιδραστήρα του Τσερνομπίλ) ή κάποιο γενικό γεγονός (όπως το χαλκώδες χρώμα που παίρνει η Σελήνη κατά τη διάρκεια μιας ολικής έκλειψης), προσφεύγοντας σε άλλα επιμέρους ή και γενικά γεγονότα παρμένα από έναν ή περισσότερους κλάδους της εμπειρικής επιστήμης. Αυτή η διατύπωση δεν νοείται ως ορισμός, μιας και όροι όπως «κατανοήσιμο» ή «εννοήσιμο» έχουν τόση ανάγκη διασάφησης όση έχει και ο όρος «εξήγηση». Απλώς θέλουμε να δούμε πρόχειρα το προς τα πού κατευθυνόμαστε.

Επισημαίνοντας τη διάκριση ανάμεσα στις επιστημονικές εξηγήσεις και σε εξηγήσεις άλλου τύπου δεν σημαίνει πως έχουμε την πρόθεση να υποτιμήσουμε τις δεύτερες. Μόνος σκοπός μας είναι να δώσουμε έμφαση στο γεγονός ότι η λέξη «εξήγηση» διαθέτει υπερβολική ευρύτητα, δηλαδή ότι εφαρμόζεται σε μεγάλη ποικιλία διαφορετικών πραγμάτων. Απλώς θέλουμε να είμαστε σαφείς σχετικά με τον τύπο εξήγησης που μας ενδιαφέρει εδώ.

1.3 ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΞΗΓΗΣΗ ΚΑΙ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ «ΓΙΑΤΙ;»

Πολλές επιστημονικές εξηγήσεις επιζητούνται μέσω ερωτημάτων του τύπου «γιατί;». Ακόμα κι αν η ερώτηση δεν είναι, στην πραγματικότητα, διατυπωμένη μ' αυτόν τον τρόπο, είναι πολύ συχνά δυνατό να μεταφραστεί σε ερώτηση του τύπου «γιατί;». Για παράδειγμα η ερώτηση «Τι προκάλεσε το ατύχημα του Τσερνομπίλ;» είτε η «Για ποιο λόγο συνέβη το ατύχημα του Τσερνομπίλ;» είναι ισοδύναμες με την ερώτηση «Γιατί συνέβη το ατύχημα του Τσερνομπίλ;» Ωστόσο, δεν

είναι όλες οι ερωτήσεις του τύπου «γιατί;» αναζητήσεις επιστημονικής εξήγησης. Μια υπάλληλος είναι δυνατό να ρωτήσει γιατί πήρε στο μισθό της μικρότερη αύξηση από κάποιον άνδρα συνάδελφό της αφού η εργασιακή της απόδοση είναι τόσο καλή όσο κι εκείνου. Μια τέτοιου είδους ερώτηση «γιατί;» θα μπορούσε να εκληφθεί ως απαίτηση για δικαίωση, ή ίσως, πιο απλά, ως απαίτηση για μεγαλύτερη αμοιβή. Μια θλιμμένη χήρα ίσως ρωτήσει γιατί ο άντρας της πέθανε, παρόλο που κατανοεί πλήρως την ιατρική εξήγηση. Τέτοιου είδους ερώτηση «γιατί;» αποζητά παρηγοριά, όχι εξήγηση. Ορισμένες ερωτήσεις «γιατί;» επιζητούν τεκμήρια. Στην ερώτηση «Γιατί πρέπει να πιστέψουμε πως οι μακρινοί γαλαξίες ταξιδεύουν απομακρυνόμενοι από εμάς με μεγάλες ταχύτητες;» η απάντηση, εν συντομία, είναι: Επειδή έχουμε παρατηρήσει την ερυθρά μετατόπιση. Θυμηθείτε, τώρα, ότι, όπως επισημάναμε στην Παράγραφο 1.1, η ερυθρά μετατόπιση δεν εξηγεί αυτήν τη συνεχή απομάκρυνση. Η συνεχής απομάκρυνση είναι που εξηγεί την ερυθρά μετατόπιση· η ερυθρά μετατόπιση αποτελεί το τεκμήριο για αυτήν τη συνεχή απομάκρυνση. Για λόγους σαφήνειας διακρίνουμε τις ερωτήσεις «γιατί;» που επιδιώκουν την εξήγηση από τις ερωτήσεις «γιατί;» που επιδιώκουν άλλου είδους πράγματα, όπως δικαίωση, παρηγοριά ή τεκμήρια.

Είναι δυνατό να επιζητήσουμε όλες τις επιστημονικές εξηγήσεις μέσω ερωτήσεων του τύπου «γιατί;»; Κάποιοι συγγραφείς λένε «ναι» και κάποιοι άλλοι λένε «όχι». Για παράδειγμα, έχει υποστηριχθεί πως κάποιες επιστημονικές εξηγήσεις είναι απαντήσεις σε ερωτήσεις του τύπου «πώς είναι δυνατόν;». Λέγεται από παλιά πως μια γάτα θα προσγειώνεται πάντα στα πέλματά της, ανεξάρτητα από τη στάση που είχε όταν άρχισε να πέφτει. Αλλά αν θυμηθούμε το νόμο της διατήρησης της στροφορμής, μπορεί κάλλιστα να ρωτήσουμε «Πώς είναι δυνατό μια γάτα που αφήθηκε να πέσει από ένα ύψος μερικών μέτρων πάνω από το έδαφος (χωρίς να της προσδώσουμε καμιά ροπή), με τα πόδια της να δείχνουν προς τα πάνω, να στριφογυρίσει έτσι που τα πέλματά της να βρεθούν από κάτω της όταν προσγειώνεται;» Πρόκειται απλώς για μια μη εδραιωμένη πεποίθηση, χωρίς καμιά βάση στην πραγματικότητα; Η απάντηση είναι πως η γάτα μπορεί πραγματικά και ελίσσει το σώμα της με τρόπους που της επιτρέπουν να γυρίσει ανάποδα χωρίς ποτέ να αποκτήσει συνολική στροφορμή διάφορη του μηδενός (βλέπε Frohlich 1980).

Άλλες αναζητήσεις μιας εξήγησης είναι δυνατό να πάρουν τη μορφή «πώς πραγματικά;». Ένα απλό παράδειγμα δια φωτίζει αυτό το σημείο. Η ερώτηση «Πώς δραπέτευσε ο φυλακισμένος;» απαιτεί μια εξήγηση του πώς τα κατάφερε, όχι του γιατί το έκανε. Η απάντηση σ' αυτή την ερώτηση μπορεί να είναι ότι δραπέτευσε αφού πριόνισε τα κάγκελα του κελιού του, χρησιμοποιώντας μια λίμα που κατόρθωσε να του δώσει κρυφά η γυναίκα του. Αν ρωτούσαμε γιατί, η απάντηση μπορεί να ήταν «η έντονη επιθυμία του να βρεθεί μαζί με τη γυναίκα του έξω από τη φυλακή». Για ένα κάπως πιο επιστημονικό παράδειγμα σκεφτείτε την ερώτηση «Πώς έφτασαν μεγάλα θηλαστικά στη Νέα Ζηλανδία;». Η απάντηση είναι ότι ήρθαν με πλοία – πρώτα έφθασαν οι άνθρωποι, και οι άνθρωποι

έφεραν άλλα μεγάλα θηλαστικά. Ή σκεφτείτε την ερώτηση «Πώς η γενετική πληροφορία μεταδίδεται από τους γονείς στους απογόνους;» Η απάντηση σ' αυτή την ερώτηση έχει σχέση με τη δομή του μορίου του DNA και με τον γενετικό κώδικα.

Σ' αυτό το κεφάλαιο δεν θα προσπαθήσουμε να επιχειρηματολογήσουμε με τον ένα ή τον άλλο τρόπο σχετικά με το αν όλες οι επιστημονικές εξηγήσεις είναι δυνατό να επιζητηθούν μέσω ερωτήσεων του τύπου «γιατί;». Θα αφήσουμε ανοιχτό το ενδεχόμενο κάποιες εξηγήσεις να μην μπορούν να επιζητηθούν με ερωτήσεις αυτού του τύπου.

1.4 ΜΕΡΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

Ως ένα ακόμη βήμα προκαταρκτικής διασάφησης, πρέπει να αποκρυσταλλώσουμε μια ορολογία. Κατ' αρχήν κάθε εξήγηση αποτελείται από δύο μέρη, το *εξηγητέο* (*explanandum*) και το *εξηγούν* (*explanans*). Το εξηγητέο είναι το γεγονός που οφείλει να εξηγηθεί. Αυτό το γεγονός μπορεί να είναι ένα *επιμέρους* γεγονός, όπως η έκρηξη του διαστημικού λεωφορείου Τσάλεντζερ, ή ένα *γενικό* γεγονός, όπως ο νόμος διατήρησης της ορμής. Μια πρόταση λέγεται *εξηγητέα πρόταση* (*explanandum-statement*) όταν ισχυρίζεται ότι το εξηγητέο συνέβη ή ισχύει. Ορισμένες φορές, όταν είναι σημαντικό να αντιδιασταλεί το γεγονός που οφείλει να εξηγηθεί από την πρόταση που το *διατυπώνει*, μπορούμε να αναφερόμαστε στο ίδιο το γεγονός ως το *εξηγητέο γεγονός* (*explanandum-fact*). Όταν το εξηγητέο είναι ένα επιμέρους γεγονός, τότε συχνά αναφερόμαστε σ' αυτό ως *συμβάν*. Δεν προκύπτει δε κανένα πρόβλημα με αυτήν την ορολογία εφόσον έχουμε ξεκαθαρίσει ένα βασικό σημείο. Γενικά, τα όσα συμβαίνουν στον κόσμο μας είναι εξαιρετικά σύνθετα, και πολύ σπάνια προσπαθούμε να εξηγήσουμε όλες τις πλευρές τους. Για παράδειγμα, κατά την εξήγηση της έκρηξης του διαστημολοίου Τσάλεντζερ, δεν μας απασχολεί η εξήγηση του γεγονότος ότι σ' αυτό επέβαινε μια γυναίκα, του γεγονότος ότι αυτή ήταν δασκάλα, ή του γεγονότος ότι η ζωή της ήταν ασφαλισμένη για ένα εκατομμύριο δολάρια. Όταν μιλάμε για ένα επιμέρους γεγονός, πρέπει να γίνει αντιληπτό πως αυτός ο όρος αναφέρεται σε ορισμένες μόνο από τις πλευρές τού προς εξέταση συμβάντος, όχι σε ολόκληρο τον πλούτο και τη συνθετότητά του.

Το δεύτερο μέρος της εξήγησης είναι το *εξηγούν*. Εξηγούν είναι αυτό που πραγματοποιεί την εξήγηση. Αποτελείται από οποιαδήποτε γεγονότα, επιμέρους ή γενικά, τα οποία επικαλούμαστε για να εξηγήσουμε το εξηγητέο. Τις προτάσεις που αφορούν αυτά τα γεγονότα μπορούμε να τις ονομάσουμε *εξηγούσες προτάσεις* (*explanans-statements*): για να αντιδιαστείλουμε αυτά τα γεγονότα από τις προτάσεις που τα διατυπώνουν, μπορούμε να μιλάμε για *εξηγούντα γεγονότα* (*explanans-facts*).

Στις φιλοσοφικές μελέτες περί εξήγησης, ο όρος «εξήγηση» έχει μιαν αμφι-

σημία. Οι περισσότεροι συγγραφείς τον χρησιμοποιούν για να αναφερθούν σε μια γλωσσική οντότητα που συντίθεται από τις εξηγούσες και τις εξηγητέες προτάσεις. Άλλοι τον χρησιμοποιούν για να αναφερθούν στο σύνολο των γεγονότων που περιέχει τα εξηγούντα-γεγονότα και το εξηγητέο-γεγονός. Στις περισσότερες περιπτώσεις αυτή η αμφισημία δεν είναι επιζήμια και δεν οδηγεί σε σύγχυση. Πρέπει όμως να γνωρίζουμε ότι υπάρχει.

1.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΠΑΓΩΓΗ

Όπως θα δούμε, μια φιλοσοφική άποψη περί εξήγησης που ασκεί σημαντική επιρροή θεωρεί όλες τις *bona fide** επιστημονικές εξηγήσεις ως επιχειρήματα. Επιχείρημα είναι απλώς ένα σύνολο προτάσεων, μία από τις οποίες απομονώνεται ως αποτελούσα το συμπέρασμα του επιχειρήματος. Οι απομένουσες προτάσεις του συνόλου συνιστούν τις προκείμενες. Μπορεί να υπάρχουν μία ή περισσότερες προκείμενες· δεν απαιτείται ένας πάγια καθορισμένος αριθμός προκείμενων.³ Οι προκείμενες παρέχουν τη λογική στήριξη του συμπεράσματος.

Όλα τα ορθά, από λογική άποψη, επιχειρήματα κατατάσσονται σε δυο κατηγορίες, στα παραγωγικά και στα επαγωγικά, ενώ αυτές οι δυο κατηγορίες διαφέρουν θεμελιωδώς μεταξύ τους. Για λόγους που έχουν σχέση με το παρόν κεφάλαιο (αλλά και με κεφάλαια που ακολουθούν) χρειαζόμαστε έναν σχετικά ακριβή χαρακτηρισμό τους. Τέσσερα χαρακτηριστικά είναι πολύ σημαντικά για τη συζήτησή μας.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ

1. Σ' ένα έγκυρο επιχείρημα, όλο το περιεχόμενο του συμπεράσματος είναι παρόν, τουλάχιστον υπόρρητα, εντός των προκειμένων. Η παραγωγή είναι *μη ενισχυτική* (*non-ampliative*).

2. Αν οι προκείμενες είναι αληθείς, τότε και το συμπέρασμα πρέπει να είναι αληθές. Η έγκυρη παραγωγή *διατηρεί κατ' αναγκαίο τρόπο την αλήθεια* (*necessarily truth-preserving*) κατά τη μετάβαση από τις προκείμενες στο συμπέρασμα.

ΕΠΑΓΩΓΗ

1. Η επαγωγή είναι *ενισχυτική* (*ampliative*). Το συμπέρασμα ενός επαγωγικού επιχειρήματος έχει περιεχόμενο που υπερβαίνει το περιεχόμενο των προκειμένων.

2. Ένα ορθό επαγωγικό επιχείρημα είναι δυνατό να έχει αληθείς προκείμενες και ψευδές συμπέρασμα. Η επαγωγή δεν *διατηρεί κατ' αναγκαίο τρόπο την αλήθεια* (*is not necessarily truth-preserving*) κατά τη μετάβαση από τις προκείμενες στο συμπέρασμα.

* Γνήσιες, καλόπιστες. [Σ.τ.Μ.]

³ Λόγω ορισμένων τεχνικών ιδιαιτεροτήτων, υπάρχουν και παραγωγικά (*deductive*) επιχειρήματα χωρίς καμία προκείμενη, όμως επιχειρήματα αυτού του είδους δεν υπάρχουν στα παρακάτω.

3. Αν νέες προκείμενες προστεθούν σ' ένα έγκυρο παραγωγικό επιχείρημα (και καμία από τις αρχικές προκείμενες δεν έχει μετατραπεί ή απαλειφθεί), το επιχείρημα παραμένει έγκυρο. Η παραγωγή είναι *αδιάβρωτη* (*erosion-proof*).

3. Νέες προκείμενες είναι δυνατό να υπονομεύσουν πλήρως ένα ισχυρό επαγωγικό επιχείρημα. Η επαγωγή *δεν είναι αδιάβρωτη* (*is not erosion-proof*).

4. Η εγκυρότητα της παραγωγής είναι μια υπόθεση του *όλα ή τίποτα*: η εγκυρότητα δεν είναι κάτι που υφίσταται κατά βαθμούς. Ένα επιχείρημα είναι ολοκληρωτικά είτε έγκυρο είτε μη έγκυρο.

4. Τα επαγωγικά επιχειρήματα χαρακτηρίζονται από *βαθμούς ισχυρότητας* (*degrees of strength*). Σε ορισμένες επαγωγές, οι προκείμενες στηρίζουν τα συμπεράσματα περισσότερο ισχυρά απ' ό,τι σε άλλες.

Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να φανούν καλύτερα με τη βοήθεια απλών παραδειγμάτων που έχουν γίνει κλασικά.

(1) Όλοι οι άνθρωποι είναι θνητοί.

Ο Σωκράτης είναι άνθρωπος.

Ο Σωκράτης είναι θνητός.

Το επιχείρημα (1) αποτελεί καταφανώς μια έγκυρη παραγωγή. Έχοντας πει ότι όλοι οι άνθρωποι είναι θνητοί, έχουμε ήδη πει πως ο Σωκράτης είναι θνητός, δεδομένου του ότι ο Σωκράτης είναι άνθρωπος. Έτσι η παραγωγή δεν είναι ενισχυτική. Ακριβώς επειδή δεν είναι ενισχυτική, διατηρεί την αλήθεια κατ' αναγκαίο τρόπο. Απ' τη στιγμή που το συμπέρασμα δεν λέει τίποτα που να μην έχει ήδη διατυπωθεί στις προκείμενες, αυτό που λέει το συμπέρασμα *πρέπει* να είναι αληθές, αν αυτό που βεβαιώνουν οι προκείμενες είναι αληθές. Επιπλέον, το επιχείρημα παραμένει μη ενισχυτικό και γι' αυτό διατηρεί κατ' αναγκαίο τρόπο την αλήθεια, αν προστεθούν νέες προκείμενες – όπως, για παράδειγμα, η προκείμενη «Η Ξανθίππη είναι άνθρωπος». Δεν μπορείς να καταστήσεις μια έγκυρη παραγωγή μη έγκυρη, με το να προσθέτεις απλώς προκείμενες. Τελικά, οι προκείμενες στηρίζουν το συμπέρασμα ολοκληρωτικά, όχι απλώς κατά κάποιο βαθμό: η αποδοχή των προκείμενων και η απόρριψη του συμπεράσματος θα συνιστούσε ολοκάθαρη αυτοαντίφαση (*self-contradiction*).

(2) Τα κοράκια που παρατηρήθηκαν ήταν μαύρα.

Όλα τα κοράκια είναι μαύρα.

Αυτό το επιχείρημα είναι εμφανέστατα ενισχυτικό: η προκείμενη αναφέρεται μόνο στα κοράκια που έχουν παρατηρηθεί, ενώ το συμπέρασμα βεβαιώνει κάτι

για όλα τα κοράκια, παρατηρημένα ή μη. Το επιχείρημα δεν διατηρεί κατ' αναγκαίο τρόπο την αλήθεια. Είναι απολύτως δυνατόν να υπάρχει, να υπήρξε ή να υπάρξει –κάπου ή κάποτε– ένα κοράκι είτε άσπρο είτε διαφορετικού χρώματος. Το επιχείρημα δεν είναι αδιάβρωτο· η παρατήρηση ενός μη μαύρου κορακιού θα το υπονόμει εντελώς, ενώ η ισχυρότητά του είναι θέμα βαθμού. Αν είχαν παρατηρηθεί μόνον λίγα κοράκια σ' ένα περιορισμένο περιβάλλον, η προκείμενη δεν θα στήριζε το συμπέρασμα αρκετά ισχυρά· αν έχουν παρατηρηθεί τεράστιοι αριθμοί κορακιών κάτω από μια μεγάλη ποικιλία συνθηκών, η στήριξη θα ήταν πολύ ισχυρότερη. Όμως σε καμιά απ' τις δυο περιπτώσεις το συμπέρασμα δεν θα συναγόταν αναγκαία από την προκείμενη.

Η εγκυρότητα της παραγωγής και η ορθότητα της επαγωγής δεν εξαρτώνται από την αλήθεια των προκείμενων ή του συμπεράσματος του επιχειρήματος. Μια έγκυρη παραγωγή μπορεί να έχει αληθείς προκείμενες και αληθές συμπέρασμα, μια ή περισσότερες ψευδείς προκείμενες και ψευδές συμπέρασμα, και μια ή περισσότερες ψευδείς προκείμενες και αληθές συμπέρασμα.⁴ Όταν λέμε ότι μια έγκυρη παραγωγή διατηρεί κατ' αναγκαίο τρόπο την αλήθεια, εννοούμε πως το συμπέρασμα πρέπει να είναι αληθές *αν οι προκείμενες είναι αληθείς*. Έτσι, δεν γίνεται να υπάρξει μια έγκυρη παραγωγή με αληθείς προκείμενες και ψευδές συμπέρασμα. Σε ό,τι αφορά τα ορθά επαγωγικά επιχειρήματα, οποιοσδήποτε συνδυασμός αληθοτιμών για τις προκείμενες και το συμπέρασμα είναι δυνατό, εφ' όσον δεν διατηρούν την αλήθεια κατ' αναγκαίο τρόπο. Αυτό που θα θέλαμε να πούμε σχετικά είναι ότι αν οι προκείμενες ενός επαγωγικού επιχειρήματος είναι αληθείς (και ενσωματώνουν όλη τη συναφή γνώση), τότε το συμπέρασμα είναι πιθανό. Όπως όμως θα δούμε στο Κεφάλαιο 2, ανακύπτουν πολλές σοβαρές δυσκολίες όταν προσπαθήσουμε να υποστηρίξουμε αυτόν τον ισχυρισμό για τα επαγωγικά επιχειρήματα.

Διαλέξαμε σχεδόν τετριμμένα παραδείγματα για να διευκρινίσουμε τις βασικές έννοιες. Προφανώς, στην πραγματική επιστήμη τα επιχειρήματα είναι πολύ πιο σύνθετα. Τα περισσότερα από τα παραγωγικά επιχειρήματα που συναντάμε σε αυστηρά επιστημονικά πλαίσια είναι μαθηματικές συναγωγές, κι αυτές μπορεί να γίνουν εξαιρετικά πολύπλοκες. Παρ' όλα αυτά, βασικό γεγονός παραμένει πως όλα πληρούν τα τέσσερα χαρακτηριστικά που καταχωρήθηκαν παραπάνω. Μολονότι στη φιλοσοφία των μαθηματικών προκύπτουν βαθιά και ενδιαφέροντα προβλήματα, δεν είναι αυτά το πρωτεύον αντικείμενο του ενδιαφέροντός μας σ' αυτό το βιβλίο. Η προσοχή μας εστιάζεται στις εμπειρικές επιστήμες, οι οποίες, όπως υποστηρίζουμε στο Κεφάλαιο 2, εμπλέκουν αναγκαστικά την επα-

⁴ Το γνωστό σλόγκαν “Garbage in, garbage out”, δέν χαρακτηρίζει επακριβώς τα επαγωγικά επιχειρήματα. [Σε ελεύθερη απόδοση αυτό σημαίνει «σκουπίδια μπαίνουν, σκουπίδια βγαίνουν». Το ρητό χρησιμοποιείται κυρίως στις συζητήσεις της επιστήμης των υπολογιστών και αντανάκλα την ουσιαστική αδιαφορία για το συγκεκριμένο περιεχόμενο των δεδομένων εισόδου και εξόδου σε μια υπολογιστική μηχανή. (Σ.τ.Μ.)]

γωγή. Σε εκείνο το κεφάλαιο θα συναντήσουμε πολύ πιο σύνθετα και ενδιαφέροντα επαγωγικά επιχειρήματα.

1.6 ΥΠΑΡΧΕΙ ΚΑΤΙ ΣΑΝ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΞΗΓΗΣΗ;

Η ιδέα πως η επιστήμη μπορεί να παρέχει εξηγήσεις διαφόρων φαινομένων πηγαινει πίσω μέχρι τον Αριστοτέλη (4ος αιώνας π.Χ.), και έχει έκτοτε επαναβεβαιωθεί από πολλούς φιλοσόφους και επιστήμονες. Ωστόσο, πολλοί άλλοι φιλόσοφοι και επιστήμονες έχουν υποστηρίξει πως η επιστήμη πρέπει να «μένει προσκολλημένη στα γεγονότα» και πως, κατά συνέπεια, μπορεί να απαντά μόνο σε ερωτήσεις περί του *τι* και όχι περί του *γιατί*. Οι ίδιοι πίστευαν πως για να κατανοήσουμε «το *γιατί* των πραγμάτων», πρέπει να καταφύγουμε στη θεολογία ή τη μεταφυσική. Η επιστήμη είναι σε θέση να περιγράφει τα φυσικά φαινόμενα και να προβλέπει μελλοντικά συμβάντα, αλλά δεν είναι σε θέση να παρέχει εξηγήσεις. Αυτή η άποψη κυριαρχούσε στη διάρκεια των πρώτων δεκαετιών του εικοστού αιώνα. Αφού βασίζεται σε συγκεκριμένες παρανοήσεις σχετικές με την επιστημονική εξήγηση, πρέπει να πούμε κάποια πράγματα επ' αυτού.

Όταν επιχειρεί κανείς να εξακριβώσει το *γιατί* κάποιος έκανε κάτι, είναι αρκετά φυσικό να αναζητά ένα συνειδητό (ή ίσως ασυνειδητό) κίνητρο. Για παράδειγμα, την ερώτηση «Γιατί αγόρασες αυτό το βιβλίο;» μπορεί να την ακολουθήσει η εξής ικανοποιητική απάντηση: «Επειδή ήθελα να διαβάσω ένα διασκεδαστικό μυθιστόρημα, και έχω διαβάσει αρκετά άλλα μυθιστορήματα του ίδιου συγγραφέα που τα βρήκα όλα διασκεδαστικά.» Αυτός ο τύπος εξήγησης είναι ικανοποιητικός, γιατί μπορούμε να βάλουμε τους εαυτούς μας στη θέση του υποκειμένου και να *καταλάβουμε* πώς δουλεύει ένα τέτοιο κίνητρο. Η έννοια της *κατανόησης* είναι αποφασιστικής σημασίας σ' αυτό το πλαίσιο, γιατί υποδηλώνει ότι συμμετέχουμε συναισθηματικά στην κατάσταση του άλλου. Αν επιθυμούμε το είδος της κατανόησης που αντιστοιχεί σ' αυτό τό είδος συναισθηματικής συμμετοχής και για τα εξωανθρώπινα φαινόμενα, τότε πρέπει να αναζητήσουμε άλλου το σκοπό ή τα συναφή κίνητρα. Κάτι που έρχεται αμέσως στο νου είναι να καταστήσουμε την προέλευση του σκοπού υπερφυσική. Έτσι, πριν από τον Δαρβίνο, η ποικιλία των ειδών των έμβιων όντων εξηγούνταν με την *ειδική δημιουργία* (special creation) – δηλαδή με τη θέληση του Θεού. Μια ανάλογη άποψη –που την υποστήριζαν ορισμένοι, αλλά όχι όλοι οι *βιταλιστές*– ήταν η ιδέα πως πίσω από όλα τα ζωικά φαινόμενα υπάρχει μια ζωτική δύναμη ή *εντελέχεια* που καθοδηγεί ό,τι συμβαίνει. Αυτές οι οντότητες –εντελέχειες και ζωτικές δυνάμεις– δεν υπόκεινται σε εμπειρική έρευνα.

Η εμμονή να εξηγηθούν όλες οι πλευρές της φύσης από τη σκοπιά του ανθρώπου είναι γνωστή ως *ανθρωπομορφισμός*. Η υπόθεση –ευρύτατα διαδεδομένη πριν από την εμφάνιση την νεοτερικής επιστήμης– πως το σύμπαν είναι ένα βολικό σπιτικό δημιουργημένο για χάρη μας, με τους ανθρώπους στο κέντρο του,

είναι μια ανθρωπομορφική σύλληψη. Τα δόγματα της ειδικής δημιουργίας και κάποιες μορφές βιταλισμού είναι ανθρωπομορφικά. Η αποκαλούμενη «επιστήμη της δημιουργίας» είναι ανθρωπομορφική. Η τελεολογική εξήγηση των εξωανθρώπινων φαινομένων με βάση σκοπούς παρόμοιους με εκείνους των ανθρώπων είναι ανθρωπομορφική.⁵

Πολλοί φιλόσοφοι και επιστήμονες απέρριψαν την προσφυγή σε ανθρωπομορφικές και τελεολογικές εξηγήσεις ως προσφυγή σε υποθέσεις που δεν θα μπορούσαν ούτε κατ' αρχήν να εξεταστούν από την εμπειρική επιστήμη. Αν, λένε, αυτό είναι που απαιτεί η εξήγηση, τότε δεν θέλουμε κανένα πάρε-δώσε μαζί της. Η επιστήμη, πολύ απλά, δεν ενδιαφέρεται να εξηγήσει τα φυσικά φαινόμενα: όποιος θέλει εξηγήσεις πρέπει να ψάξει γι' αυτές έξω από την επιστήμη. Οι επιστήμονες και οι φιλόσοφοι που υποστήριζαν αυτές τις απόψεις ήθελαν να δείξουν με σαφήνεια ότι η επιστημονική γνώση δεν εδράζεται σε μη εμπειρικές μεταφυσικές αρχές.

Ωστόσο δεν ήταν όλοι οι φιλόσοφοι πρόθυμοι να παραιτηθούν από τον ισχυρισμό ότι η επιστήμη όντως παρέχει εξηγήσεις των φυσικών φαινομένων. Οι Καρλ Πόππερ (Karl R. Popper 1935), Καρλ Χέμπελ (Carl G. Hempel 1948), Ρ. Μπ. Μπρέιθγουεητ (R. B. Braithwaite 1953) και Έρνεστ Νάγκελ (Ernest Nagel 1961), δημοσίευσαν σημαντικές εργασίες όπου υποστήριζαν πως υπάρχουν νόμιμες επιστημονικές εξηγήσεις, και ότι τέτοιες εξηγήσεις είναι δυνατό να παρέχονται χωρίς να οδηγούμαστε έξω από τα όρια της εμπειρικής επιστήμης. Οι ίδιοι επιχείρησαν να χαρακτηρίσουν επακριβώς την επιστημονική εξήγηση, ενώ ήταν όλοι σε μεγάλο βαθμό σύμφωνοι ως προς τον πυρήνα της επιχειρηματολογίας. Η γραμμή σκέψης που ακολούθησαν αναπτύχθηκε σε μια θεωρία που έγινε ευρύτατα αποδεκτή από τους φιλοσόφους της επιστήμης. Θα μιλήσουμε γι' αυτήν διεξοδικά σε επόμενες παραγράφους αυτού του κεφαλαίου.

1.7 ΕΧΕΙ Η ΕΞΗΓΗΣΗ ΝΑ ΚΑΝΕΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΟΙΚΕΙΟ;

Έχει κατά καιρούς διατυπωθεί η άποψη πως η εξήγηση συνίσταται στην αναγωγή του μυστηριώδους και του ανοίκειου σε εκείνο που είναι οικείο. Πριν από τον Νεύτωνα, για παράδειγμα, οι κομήτες εκλαμβάνονταν ως αντικείμενα μυστηριώδη και τρομακτικά. Ακόμα και για τους μορφωμένους ανθρώπους, η εμφάνιση ενός κομήτη σηματοδοτούσε επικείμενες συμφορές, όπως σεισμούς, πλημμύρες, λιμούς ή επιδημικές αρρώστιες. Ο Νεύτωνας έδειξε πως οι κομήτες θα μπορούσαν να κατανοηθούν ως πλανητοειδή αντικείμενα που ταξιδεύουν γύρω

⁵ Όπως δείχνει ο Τζέιμς Λένοξ στο κεφάλαιο 7, οι τελεολογικές εξηγήσεις είναι ανθρωπομορφικές μόνον όσο επικαλούνται ανθρωπικούς σκοπούς. Στην εξελικτική Βιολογία – όπως και σε άλλα επιστημονικά πεδία – υπάρχουν τελεολογικές εξηγήσεις που δεν είναι ανθρωπομορφικές.

από τον ήλιο σε ιδιαίτερα έκκεντρες τροχιές. Γι' αυτόν το λόγο οι κομήτες περνούν τον περισσότερο χρόνο τους μακριά από τον ήλιο και πέρα από τα όρια της ανθρώπινης παρατήρησης. Έτσι, όταν εμφανιζόταν κάποιος κομήτης, αυτό αποτελούσε έκπληξη. Όταν όμως μάθαμε πως οι κομήτες συμπεριφέρονται με τρόπο εν πολλοίς όμοιο με εκείνον που συμπεριφέρονται οι πλανήτες, η συμπεριφορά τους εξηγήθηκε, και αυτοί έπαψαν να αποτελούν αντικείμενα τρόμου.

Η ιδέα της αναγωγής του ανοίκειου στο οικείο ίσως είναι ελκυστική, αλλά δεν αποτελεί ικανοποιητικό προσδιορισμό της επιστημονικής εξήγησης. Το περί τίνος πρόκειται μπορεί να δειχθεί με τη βοήθεια ενός περιφημου γρίφου, γνωστού ως *το παράδοξο του Όλμπερ* (Olber) – που ονομάστηκε έτσι προς τιμήν ενός αστρονόμου του δεκάτου ενάτου αιώνα, αλλά στην πραγματικότητα διατυπώθηκε από τον Έντμουντ Χάλλευ (Edmund Halley) το 1720– γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός τη νύχτα; Τίποτα δεν θα μπορούσε να είναι πιο οικείο από τη σκοτεινιά του νυχτερινού ουρανού. Όμως ο Χάλλευ και οι μετέπειτα αστρονόμοι διαπίστωσαν πως αν η αντίληψη του Νεύτωνα για το σύμπαν ήταν σωστή, τότε ο νυχτερινός ουρανός θα έπρεπε να λάμπει όσο και ο ήλιος το καταμεσήμερο. Η εξήγηση της σκοτεινιάς του ουρανού τη νύχτα είναι εξαιρετικά δύσκολη, κι ίσως δεν υπάρχει κάποια απάντηση γενικώς αποδεκτή από τους ειδικούς. Εν τούτοις, ανάμεσα στις σοβαρές εξηγήσεις που έχουν προταθεί, κάποιες προσφεύγουν και σε γεγονότα τόσο ανοίκεια όσο ο μη Ευκλείδειος χαρακτήρας του χώρου ή η μέση ελεύθερη διαδρομή των φωτονίων στο διάστημα. Σε αυτή την περίπτωση, και σε πολλές άλλες επίσης, ένα οικείο φαινόμενο εξηγείται με αναφορά σε γεγονότα που βρίσκονται πραγματικά μακριά από κάθε έννοια οικειότητας.

Υπονιάζομαι πως υφίσταται μια βαθιά σχέση μεταξύ της ανθρωπομορφικής σύλληψης της εξήγησης και της θέσης ότι η εξήγηση συνίσταται στην αναγωγή του ανοίκειου στο οικείο. Ο τύπος εξήγησης με τον οποίο είμαστε καλύτερα εξοικειωμένοι είναι αυτός κατά τον οποίο η ανθρώπινη δράση εξηγείται με βάση συνειδητές προθέσεις. Αν ήταν δυνατό να εξηγήσουμε τα φαινόμενα της Φυσικής ή της Βιολογίας μέσω προσπαθειών να επιτύχουμε ένα στόχο, τότε θα είχαμε μια χτυπητή περίπτωση αναγωγής στο οικείο. Το πρόβλημα που εμφανίζεται μ' αυτήν την προσέγγιση είναι, φυσικά, το γεγονός ότι ένα μεγάλο μέρος της προόδου που επιτεύχθηκε προς την κατεύθυνση της επιστημονικής κατανόησης οδήγησε στην εξάλειψη, και όχι στην εισαγωγή, σκοπών.

1.8 ΤΟ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟ-ΝΟΜΟΛΟΓΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΕΞΗΓΗΣΗΣ

Σε μια κλασική εργασία του 1948, οι Καρλ Χέμπελ και Πολ Οπενχάιμ (Paul Oppenheimer) διαμόρφωσαν με πολύ μεγάλη ακρίβεια ένα σχήμα επιστημονικής εξήγησης το οποίο κατέχει έκτοτε κεντρική θέση σε όλες τις σχετικές συζητή-

σεις. Αυτό είναι γνωστό ως το *παραγωγικο-νομολογικό (Π-Ν) (deductive-nomological, D-N) μοντέλο* της επιστημονικής εξήγησης. Με πολύ απλά λόγια, μια εξήγηση αυτού του τύπου εξηγεί με το να υπάγει το εξηγητέο γεγονός σε έναν γενικό νόμο. Ο καλύτερος τρόπος για να γίνει αντιληπτή η αξία του μοντέλου είναι να ριζούμε μια ματιά σε ένα παράδειγμα.

Μια αθλήτρια της καλλιτεχνικής παγοδρομίας στέκεται με το χέρια της στην έκταση, ισορροπώντας πάνω στο ένα πατίνι. Ωθώντας τον εαυτό της με το άλλο πατίνι, αρχίζει να περιστρέφεται αργά. Σταματά να ωθεί τον εαυτό της, αλλά εξακολουθεί να περιστρέφεται αργά για μερικά δευτερόλεπτα. Ξαφνικά –χωρίς να ωθήσει ξανά τον εαυτό της και χωρίς να δεχθεί ώθηση από κάποιο εξωτερικό σώμα, όπως π.χ. τον παρτενέρ της– αρχίζει να στριφογυρίζει πολύ γρήγορα. Γιατί; Διότι τράβηξε τα χέρια της κοντά στο σώμα της, συγκεντρώνοντας έτσι όλη τη μάζα του σώματός της πιο κοντά στον άξονα περιστροφής. Εξαιτίας του νόμου της διατήρησης της στροφορμής, ο ρυθμός περιστροφής της έπρεπε να αυξηθεί, ώστε να λειτουργήσει αντισταθμιστικά για τη νέα, πιο συμπαγή, διαμόρφωση του σώματός της.

Μιλώντας περισσότερο τεχνικά, η στροφορμή ενός σώματος είναι το γινόμενο της γωνιακής του ταχύτητας (ρυθμός περιστροφής) επί τη ροπή αδράνειάς του. Η ροπή αδράνειας εξαρτάται από τη μάζα του σώματος και τη μέση απόσταση της μάζας από τον άξονα περιστροφής: για μια συγκεκριμένη ποσότητα μάζας, η ροπή αδράνειας είναι τόσο μικρότερη όσο πιο πυκνά κατανεμημένη είναι αυτή γύρω από τον άξονα περιστροφής. Ο νόμος της διατήρησης της στροφορμής λέει ότι η στροφορμή ενός σώματος που δεν προωθείται ούτε επιβραδύνεται από εξωτερικές δυνάμεις δεν μεταβάλλεται ως εκ τούτου, αφού η ροπή αδράνειας μειώνεται, ο ρυθμός περιστροφής πρέπει να αυξηθεί για να διατηρηθεί σταθερή η τιμή του γινομένου τους.⁶

Σύμφωνα με τους Χέμπελ και Οπενχάιμ, μια εξήγηση του είδους που αναφέρθηκε πρέπει να θεωρηθεί ως ένα παραγωγικό επιχείρημα. Αυτό μπορεί να κατασρωθεί με πιο τυπικό τρόπο ως εξής:

- (3) Η στροφορμή οποιουδήποτε σώματος (του οποίου ο ρυθμός περιστροφής ούτε αυξάνεται ούτε μειώνεται από εξωτερικές δυνάμεις) παραμένει σταθερή.
 Η αθλήτρια δεν αλληλεπιδρά με οποιοδήποτε εξωτερικό σώμα με τρόπο που να μεταβάλλει τη γωνιακή της ταχύτητα.
 Η αθλήτρια περιστρέφεται (η στροφορμή της δεν είναι μηδέν).
 Η αθλήτρια μειώνει τη ροπή αδράνειάς της τραβώντας τα χέρια της προς το σώμα της.

Ο ρυθμός περιστροφής της αθλήτριας αυξάνεται.

⁶ Σε αυτό το παράδειγμα μπορούμε να αγνοήσουμε την τριβή του πατινιού ως προς τον πάγο, καθώς και την τριβή της αθλήτριας ως προς τον αέρα που την περιβάλλει.

Το εξηγητέο –η αύξηση του ρυθμού περιστροφής της αθλήτριας– είναι το συμπέρασμα του επιχειρήματος. Οι προκείμενες του επιχειρήματος συνιστούν το εξηγούν. Η πρώτη προκείμενη διατυπώνει ένα νόμο της φύσης – το νόμο διατήρησης της στροφορμής. Οι εναπομένουσες τρεις προκείμενες διατυπώνουν τις συνθήκες της υπόθεσης* (antecedent conditions). Το επιχείρημα είναι λογικώς ορθό: το συμπέρασμα απορρέει έγκυρα από τις προκείμενες. Για λόγους που έχουν να κάνουν με τη συζήτησή μας, μπορούμε να θεωρήσουμε τις προτάσεις που διατυπώνουν τις συνθήκες της υπόθεσης ως αληθείς: οι πεπειραμένοι αθλητές της καλλιτεχνικής παγοδρομίας πραγματοποιούν αυτήν τη φιγούρα πολύ συχνά. Ο νόμος διατήρησης της στροφορμής μπορεί επίσης να θεωρηθεί αληθής, αφού είναι θεμελιώδης νόμος της φυσικής που έχει επικυρωθεί από μια τεράστια ποσότητα εμπειρικών δεδομένων.

Οι Χέμπελ και Οπενχάιμ παραθέτουν τέσσερις συνθήκες επάρκειας για τις Π-Ν εξηγήσεις:

1. Το εξηγητέο πρέπει να είναι λογική συνέπεια του εξηγούντος, δηλαδή η εξήγηση πρέπει να συνιστά ένα λογικά έγκυρο παραγωγικό επιχείρημα.
2. Στο εξηγούν πρέπει να περιέχεται τουλάχιστον ένας γενικός νόμος, ο οποίος θα πρέπει να είναι απαραίτητος για τη συναγωγή του εξηγητέου. Με άλλα λόγια, αν ο νόμος ή οι νόμοι εξαλείφονταν, χωρίς να προστεθούν νέες προκείμενες, τότε το επιχείρημα δεν θα ήταν πλέον έγκυρο.
3. Το εξηγούν πρέπει να έχει εμπειρικό περιεχόμενο. Πρέπει να είναι δυνατός, κατ' αρχήν τουλάχιστον, ο έλεγχός του μέσω πειράματος ή παρατήρησης.
4. Οι προτάσεις που συνιστούν το εξηγούν πρέπει να είναι αληθείς.

Αυτές οι συνθήκες πληρούνται εμφανώς στο παράδειγμά μας. Οι τρεις πρώτες έχουν καταχωρηθεί ως λογικές συνθήκες επάρκειας, η τέταρτη ως εμπειρική. Ένα επιχείρημα που πληροί και τις τέσσερις συνθήκες συνιστά μια εξήγηση (ορισμένες φορές για να δώσουμε έμφαση λέμε «αληθή εξήγηση»). Ένα επιχείρημα που πληροί τις τρεις πρώτες συνθήκες, χωρίς να πληροί απαραίτητα και την τέταρτη, ονομάζεται *δυνάμει εξήγηση*. Πρόκειται για ένα επιχείρημα που θα ήταν εξήγηση αν οι προκείμενες του ήταν αληθείς.⁷

Σύμφωνα με τους Χέμπελ και Οπενχάιμ, είναι δυνατό να έχουμε Π-Ν εξηγήσεις όχι μόνον επιμέρους συμβάντων, όπως στο επιχείρημα (3), αλλά και γενικών νόμων. Για παράδειγμα, στο πλαίσιο της Νευτώνειας μηχανικής είναι δυνατό να φτιάξουμε το ακόλουθο επιχείρημα:

* Η «ηγούμενες συνθήκες». [Σ.τ.Μ.]

⁷ Εκτός από αυτές τις συνθήκες επάρκειας, οι Χέμπελ και Οπενχάιμ μάς παρέχουν και έναν ακριβή τεχνικό ορισμό της «εξήγησης». Σ' αυτό το βιβλίο δεν θα καταπαιστούμε με αυτές τις τεχνικές λεπτομέρειες.

(4) $F = ma$ (Δεύτερος νόμος του Νεύτωνα).

Σε κάθε δράση αντιστοιχεί μία ίσου μέτρου και αντίθετης φοράς αντίδραση. (Τρίτος νόμος του Νεύτωνα).

Σε κάθε αλληλεπίδραση, το συνολικό ποσό της ορμής του συστήματος των αλληλεπιδρώντων σωμάτων παραμένει σταθερό (νόμος διατήρηση της ορμής).

Το επιχείρημα αυτό είναι έγκυρο, ενώ μεταξύ των προκειμένων του υπάρχουν προτάσεις που διατυπώνουν γενικούς νόμους. Δεν υπάρχουν προτάσεις που να διατυπώνουν συνθήκες υπόθεσης, αλλά αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα, αφού οι συνθήκες επάρκειας δεν τις απαιτούν. Επειδή δεν ενδιαφερόμαστε να εξηγήσουμε συγκεκριμένα γεγονότα, δεν απαιτούνται προκειμένες που να αφορούν συγκεκριμένα γεγονότα. Και οι δυο προκειμένες στο εξηγούν είναι εμφανώς ελέγξιμες, γιατί έχουν ήδη ελεγχθεί αμέτρητες φορές. Έτσι το επιχείρημα (4) πληροί τις λογικές συνθήκες επάρκειας, και συνεπώς αποκτά τα χαρακτηριστικά μιας δυνάμει εξήγησης. Για να κυριολεκτήσουμε, αυτό δεν απέκτησε ακόμα τα χαρακτηριστικά μιας αληθούς εξήγησης, γιατί δεν θεωρούμε τους νόμους του Νεύτωνα κυριολεκτικά αληθείς. Σε πολλές περιπτώσεις αυτοί μπορούν να εκληφθούν ως ορθοί, επειδή προσφέρουν εξαιρετικά ακριβείς προσεγγίσεις της αλήθειας.

Παρόλο που οι Χέμπελ και Οπενχάιμ ασχολήθηκαν και με παραγωγικές εξηγήσεις επιμέρους γεγονότων και με παραγωγικές εξηγήσεις γενικών νόμων, μας έδωσαν μίαν ακριβή περιγραφή των χαρακτηριστικών μόνο των πρώτων από αυτές, και όχι των δεύτερων. Απέφυγαν να περιγράψουν τα χαρακτηριστικά των εξηγήσεων γενικών νόμων λόγω ενός προβλήματος που οι ίδιοι διέγνωσαν αλλά που δεν ήξεραν πώς να το λύσουν. Θεωρήστε τους νόμους K του Κέπλερ (Kepler) για την πλανητική κίνηση και το νόμο των αερίων B του Μπόιλ (Boyle). Αν, από τη μια μεριά, συζεύξουμε λογικά τους δυο νόμους και σχηματίσουμε έναν νόμο $K.B$, τότε μπορούμε προφανώς να συναγάγουμε τον K απ' αυτόν. Όμως αυτό δεν μπορεί να θεωρηθεί εξήγηση του K , αφού αποτελεί μόνο μίαν άνευ ουσίας συναγωγή του K από τον εαυτό του. Από την άλλη, η συναγωγή του K από τους νόμους του Νεύτωνα για την κίνηση και τη βαρύτητα συνιστά μια εξαιρετικά διαφωτιστική εξήγηση των νόμων του Κέπλερ. Οι ίδιοι οι Χέμπελ και Οπενχάιμ ομολόγησαν πως τους ήταν αδύνατο να παράσχουν ένα οποιοδήποτε κριτήριο που να μπορεί να διακρίνει τις άνευ ουσίας ψευδο-εξηγήσεις από τις αυθεντικές εξηγήσεις νόμων (βλέπε Hempel και Oppenheim 1948, όπως ανατυπώθηκε στο Hempel 1965b, 273, σημ. 33).

Οι Χέμπελ και Οπενχάιμ εντόπισαν δύο τύπους Π-Ν εξηγήσεων, μολονότι ήταν σε θέση να δώσουν μια πλήρη περιγραφή μόνο για τον έναν απ' αυτούς. Σημείωσαν δε πως στις επιστήμες μπορεί να βρεθούν και άλλοι τύποι εξήγησης, και ειδικότερα, εξηγήσεις που δεν προσφεύγουν σε καθολικές γενικεύσεις αλλά σε στατιστικούς νόμους (ό.π., 250-251).

Ο πίνακας 1.1 δείχνει τα τέσσερα είδη εξηγήσεων στο οποία επέστησαν την προσοχή μας οι Χέμπελ και Οπενχάιμ· οι ίδιοι μας πρόσφεραν μια πλήρη περιγραφή μόνο του τύπου που βρίσκεται στο πάνω αριστερά ορθογώνιο. Μερικά χρόνια αργότερα, ο Χέμπελ (Hempel 1962) έδωσε μια περιγραφή του Ε-Σ Επαγωγικο-Στατιστικού τύπου (ορθογώνιο κάτω αριστερά). Στην εργασία του (Hempel 1965β) ο Χέμπελ επεξεργάστηκε και τον Ε-Σ και τον Π-Ν τύπο. Σε ένα άρθρο τους το 1948, οι Χέμπελ και Οπενχάιμ οραματίζονταν την εποχή όπου θα ήταν διαθέσιμες θεωρίες που θα καταπιάνονταν και με τους τέσσερις τύπους εξήγησης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1

<i>ΕΞΗΓΗΤΕΑ ΝΟΜΟΙ</i>	<i>Επιμέρους Γεγονότα</i>	<i>Γενικές Κανονικότητες</i>
Καθολικοί Νόμοι	Π-Ν Παραγωγικο-νομολογικοί	Π-Ν Παραγωγικο-νομολογικοί
Στατιστικοί Νόμοι	Ε-Σ Επαγωγικο-στατιστικοί	Π-Σ Παραγωγικο-στατιστικοί

1.9 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ

Οι Χέμπελ και Οπενχάιμ έδωσαν έμφαση στον αποφασιστικής σημασίας ρόλο που παίζουν οι νόμοι στην επιστημονική εξήγηση. Στην πραγματικότητα, το Π-Ν μοντέλο πολύ συχνά ονομάζεται *μοντέλο του επικαλύπτοντος νόμου (covering-law model)*. Όπως θα δούμε, οι νόμοι παίζουν κεντρικό ρόλο ακόμα και σε άλλες αντιλήψεις περί επιστημονικής εξήγησης. Πρόχειρα μιλώντας, *νόμος* είναι μια κανονικότητα που έχει ισχύ για όλο το σύμπαν, σε κάθε τόπο και σε κάθε χρόνο. Μια *πρόταση-δηλώνουσα-νόμο (law-statement)* είναι απλώς μια πρόταση που δηλώνει ότι μια τέτοια κανονικότητα υφίσταται. Ένα πρόβλημα εμφανίζεται αμέσως. Κάποιες κανονικότητες εμφανίζονται ως έννομες (*lawful*) και κάποιες άλλες όχι. Αναλογιστείτε ορισμένα παραδείγματα νόμων:

- (i) Όλα τα αέρια που περιέχονται σε δοχεία σταθερού όγκου ασκούν μεγαλύτερη πίεση όταν θερμαίνονται.
- (ii) Σε όλα τα κλειστά συστήματα η ποσότητα της ενέργειας παραμένει σταθερή.
- (iii) Κανένα σήμα δεν ταξιδεύει ταχύτερα από το φως.

Καλείστε τώρα να τις αντιδιαστείλετε με αυτές που ακολουθούν:

- (iv) Όλα τα μήλα μέσα στο ψυγείο μου είναι κίτρινα.
- (v) Όλες οι εργασίες της καλαθοποιίας των Απάτσι γίνονται από τις γυναίκες.
- (vi) Καμιά χρυσή σφαίρα δεν έχει μάζα μεγαλύτερη από 100.000 χιλιόγραμμα.

Ας υποθέσουμε ότι όλες οι προτάσεις (i)-(vi) είναι αληθείς. Το πρώτο πράγμα που προσέχουμε είναι η γενικότητά τους. Κάθε μια απ' αυτές έχει τη γενική μορφή «Όλα τα *A* είναι *B*» ή «Κανένα *A* δεν είναι *B*». Προτάσεις που έχουν αυτή τη μορφή είναι γνωστές ως *καθολικές γενικεύσεις*. Σημαίνουν αντίστοιχα «*Οτιδήποτε είναι A είναι επίσης και B*» και «*Τίποτα απ' ό,τι είναι A δεν είναι και B*». Παρ' όλα αυτά, οι προτάσεις (i)-(iii) διαφέρουν κατά θεμελιώδη τρόπο από τις προτάσεις (iv)-(vi). Παρατηρήστε, για παράδειγμα, πως καμιά από τις προτάσεις (i)-(iii) δεν κάνει οποιαδήποτε αναφορά σε οποιοδήποτε συγκεκριμένο αντικείμενο, γεγονός, πρόσωπο, χρόνο, ή τόπο. Κατ' αντιδιαστολή, η πρόταση (iv) αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο πρόσωπο (εμένα), σε ένα συγκεκριμένο αντικείμενο (το ψυγείο μου), και σε έναν συγκεκριμένο χρόνο (τώρα). Αυτή η πρόταση δεν είναι εντελώς γενική, αφού απομονώνει κάποιες συγκεκριμένες οντότητες στις οποίες αναφέρεται. Η ίδια παρατήρηση ισχύει και για την πρόταση (v), αφού αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη και περιορισμένη ομάδα ανθρώπων (τους Απάτσι).

Θεωρείται γενικά πως οι νόμοι της φύσης έχουν δυο βασικές ικανότητες. Πρώτον, υποστηρίζουν αντιγεγονικές (counterfactual) συνεπαγωγές. *Αντιγεγονική πρόταση* είναι μια υποθετική πρόταση της οποίας η υπόθεση* είναι ψευδής. Υποθέστε, για παράδειγμα, πως κόβω ένα κλαδί από κάποιο δένδρο και αμέσως μετά το κάρω στο τζάκι μου. Αυτό το κομμάτι ξύλου δεν τοποθετήθηκε ποτέ στο νερό και ούτε πρόκειται ποτέ να τοποθετηθεί. Ωστόσο έχουμε την προδιάθεση να πούμε, χωρίς δισταγμό, ότι *αν είχε τοποθετηθεί στο νερό, θα επέπλεε*. Αυτή η πρόταση, η γραμμένη με πλάγιους χαρακτήρες, είναι μια αντιγεγονική υποθετική πρόταση. Μια πρόταση-δηλώνουσα-νόμο, τώρα, όπως η (i), θα υποστηρίξει έναν αντιγεγονικό ισχυρισμό. Έχοντας κατά νου ένα συγκεκριμένο δείγμα αερίου περιρισμένο σ' ένα κλειστό δοχείο καθορισμένου όγκου, το οποίο όμως δεν θερμαίνεται, μπορούμε να πούμε ότι *αν θερμαινόταν, τότε θα ασκούσε μεγαλύτερη πίεση στα τοιχώματα του δοχείου*. Μπορούμε να υποστηρίξουμε το αντιγεγονός, επειδή εκλαμβάνουμε την πρόταση (i) ως διατύπωση ενός νόμου της φύσης.

Όταν κοιτάξουμε την πρόταση (iv), βλέπουμε ότι δεν υποστηρίζει καμιά τέτοια αντιγεγονική πρόταση. Με το να κρατώ ένα υπέροχο κόκκινο μήλο στο χέρι μου, δεν μπορώ να ισχυριστώ, βάσει της (iv), πως αυτό το μήλο θα ήταν κίτρινο αν βρισκόταν μέσα στο ψυγείο μου.

* Η «ηγούμενη». [Σ.τ.Μ.]

Μια δεύτερη ικανότητα των νόμων της φύσης είναι ότι υποστηρίζουν τροπικές προτάσεις φυσικής αναγκαιότητας ή αδυνατότητας. Η πρόταση (ii), ο πρώτος νόμος της θερμοδυναμικής, συνεπάγεται την αδυνατότητα κατασκευής αεικίνητου πρώτου είδους, δηλαδή της μηχανής που θα παρήγε ωφέλιμο έργο χωρίς παροχή ενέργειας από κάποια εξωτερική πηγή. Κατ' αντιδιαστολή, η πρόταση (v) δεν υποστηρίζει τον ισχυρισμό ότι είναι αδύνατο ένα καλάθι των Απάτσι να έχει φτιαχτεί από κάποιον άνδρα. Είναι φυσικώς δυνατόν να διδαχθεί ένας νεαρός Απάτσι την τέχνη της καλαθοποιίας και να μεγαλώσει σταδιοδρομώντας ως καλαθοποιός.

Όταν συγκρίνουμε τις προτάσεις (iii) και (vi), λεπτότερες δυσκολίες κάνουν την εμφάνισή τους. Αντίθετα απ' ό,τι συμβαίνει με τις προτάσεις (iv) και (v), η πρόταση (vi) δεν αναφέρεται σε καμιά συγκεκριμένη οντότητα, τόπο ή χρόνο.⁸ Ωστόσο, φαίνεται καθαρά ότι η πρόταση (vi) –ακόμα και αν δεχθούμε ότι είναι αληθής– δεν μπορεί να υποστηρίξει ούτε τροπικές προτάσεις ούτε αντιγεγονικές υποθετικές προτάσεις. Ακόμα και αν συμφωνήσουμε ότι πουθενά σ' ολόκληρη την ιστορία του σύμπαντος –παρελθόντος, παρόντος ή μέλλοντος– δεν υπάρχει σφαίρα χρυσού μάζας μεγαλύτερης των 100.000 χιλιογράμμων, δεν θα δικαιολογούμασταν ποτέ να ισχυριστούμε πως είναι *αδύνατον* να κατασκευάσουμε μια χρυσή σφαίρα με τόση μάζα. Έκανα κάποτε έναν χονδροειδή υπολογισμό της ποσότητας χρυσού στους ωκεανούς της γης και βγήκε κάτι γύρω στα 1.000.000 χιλιογράμματα. Αν κάποιος απίστευτα πλούσιος πρίγκιπας ήταν αποφασισμένος να γοητεύσει κάποια γυναίκα που έτρεφε πάθος για τις χρυσές σφαίρες, θα ήταν φυσικώς δυνατόν γι' αυτόν να εξαγάγει κάτι παρά πάνω από 100.000 χιλιογράμματα από τη θάλασσα για να κατασκευάσει μια τόσο μεγάλη σφαίρα.

Η πρόταση (vi), επίσης, δεν μπορεί να υποστηρίξει αντιγεγονικές υποθετικές προτάσεις. Δεν θα δικαιολογούμασταν να συμπεράνουμε πως αν δυο ημισφαίρια, μάζας 50.001 χιλιογράμμων το καθένα, τοποθετούνταν μαζί δεν θα σχημάτιζαν μια χρυσή σφαίρα μάζας μεγαλύτερης των 100.000 χιλιογράμμων. Για να εκτιμήσετε τη σημασία αυτής της ιδέας, σκεφτείτε την εξής πρόταση:

(vii) Καμιά σφαίρα εμπλουτισμένου ουρανίου δεν έχει μάζα μεγαλύτερη από 100.000 χιλιογράμματα.

Αυτή είναι μια έννομη (lawful) γενίκευση, επειδή η κρίσιμη μάζα για μια αλυσιδωτή πυρηνική αντίδραση είναι μόλις λίγα χιλιογράμματα. Αν 100.000 χιλιογράμματα εμπλουτισμένου ουρανίου επρόκειτο να συμπυκνωθούν, θα είχαμε μια γιγαντιαία πυρηνική έκρηξη. Απ' όσο γνωρίζουμε, καμιά συγκρίσιμη καταστροφή δεν θα ενέσκηπτε αν κατασκευαζόταν μια χρυσή σφαίρα της ίδιας μάζας.

⁸ Αν η εμφάνιση του «χιλιόγραμμου» στην (vi) φαίνεται να αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο αντικείμενο – το διεθνές πρότυπο χιλιογράμμο που φυλάσσεται στο διεθνές γραφείο μέτρων και σταθμών – το πρόβλημα μπορεί εύκολα να ξεπεραστεί ορίζοντας τη μάζα ως συνάρτηση μόνων ατομικής μάζας.

Οι φιλόσοφοι έχουν συχνά ισχυρισθεί πως μπορούμε να διακρίνουμε τις αληθείς γενικεύσεις που είναι *έννομες* από αυτές που είναι *συμπτωματικές* (accidental). Ακόμα κι αν δεχθούμε ως δεδομένη την αλήθεια της πρότασης (vi), είμαστε υποχρεωμένοι να συμπεράνουμε πως αυτή συνιστά μια συμπτωματική γενίκευση. Επιπλέον, οι ίδιοι φιλόσοφοι έχουν υποστηρίξει ότι μεταξύ καθολικών γενικεύσεων, ανεξάρτητα από την αλήθεια τους, είναι δυνατόν να διακρίνουμε αυτές που αποτελούν *νομοειδείς* (lawlike) γενικεύσεις από εκείνες που δεν είναι. Νομοειδής είναι μια γενίκευση που έχει όλα τα προσόντα να είναι νόμος εκτός, ίσως, από το να είναι αληθής.

Είναι σχετικά εύκολο να δείξει κανείς το χαρακτηριστικό εκείνο των προτάσεων (iv) και (v) που τις καθιστά μη νομοειδείς, δηλαδή το γεγονός ότι αυτές αναφέρονται σε συγκεκριμένα αντικείμενα, πρόσωπα, γεγονότα, τόπους ή χρόνους. Ο μη νομοειδής χαρακτήρας της πρότασης (vi) είναι πιο δύσκολο να διαγνωσθεί. Μια προφανής υπόδειξη είναι να εφαρμόσουμε το κριτήριο του κατά πόσο υποστηρίζουν αντιγεγονικές ή/και τροπικές προτάσεις. Είδαμε ότι η (vi) αποτυγχάνει να είναι νομοειδής με βάση αυτό το κριτήριο. Το πρόβλημα με αυτή την προσέγγιση είναι ότι διατρέχει σοβαρό κίνδυνο να αποδειχθεί κυκλική. Θυμηθείτε την πρόταση (ii). Γιατί θεωρούμε *φυσικώς αδύνατη* την κατασκευή ενός αεικίνητου (πρώτου είδους); Διότι η κατασκευή θα παραβίαζε ένα νόμο της φύσης, συγκεκριμένα τον (ii). Θυμηθείτε τώρα την πρόταση (vi). Γιατί θεωρούμε *φυσικώς δυνατή* την κατασκευή μιας χρυσής σφαίρας με μάζα που υπερβαίνει τα 100.000 χιλιόγραμμα; Διότι το να κάνουμε κάτι τέτοιο δεν παραβιάζει κανένα νόμο της φύσης. Φαίνεται πως το ερώτημα σχετικά με το ποιες τροπικές προτάσεις οφείλουμε να αποδεχθούμε εξαρτάται από το ερώτημα σχετικά με το ποιες κανονικότερες οφείλουμε να προκρίνουμε ως νόμους της φύσης.

Μια παρόμοια παρατήρηση ισχύει και σχετικά με την υποστήριξη αντιγεγονικών υποθετικών προτάσεων. Θυμηθείτε την πρόταση (i). Δεδομένου ενός δοχείου με αέριο το οποίο δεν θερμαίνεται, μπορούμε να πούμε ότι, αν αυτό επρόκειτο να θερμανθεί, τότε θα ασκούσε αυξημένη πίεση στα τοιχώματα του δοχείου που το περιέχει, ικανή σε πολλές περιπτώσεις να κάνει το δοχείο να εκραγεί. (Έμαθα το σχετικό μάθημα όταν ως πρόσκοπος ζέστανα στη φωτιά μια κλειστή κονσέρβα με φασόλια.) Ο λόγος για τον οποίο μπορούμε να προβούμε σε έναν τέτοιο αντιγεγονικό ισχυρισμό είναι το ότι από την πρόταση (i) μπορούμε να συναγάγουμε αυτό που θα συνέβαινε, και η (i) διατυπώνει ένα νόμο της φύσης. Παρόμοια, από την (iii) μπορούμε να συμπεράνουμε πως, αν κάτι ταξιδεύει ταχύτερα από το φως, δεν είναι σήμα – δηλαδή δεν μπορεί να μεταδώσει πληροφορία. Ίσως να σκεφθείτε πως αυτό είναι άνευ ουσίας γιατί, όπως μας λέει η θεωρία της σχετικότητας, τίποτα δεν μπορεί να ταξιδέψει ταχύτερα από το φως. Αυτή η γνώμη, ωστόσο, δεν είναι σωστή. Μπορεί εύκολα να δείχθει ότι οι σκιές και διάφορα άλλα είδη «πραγμάτων» ταξιδεύουν ταχύτερα από το φως. Μπορούμε νομίμως να συμπεράνουμε ότι, αν κάτι ταξιδεύει ταχύτερα από το φως, δεν λειτουργεί ως σήμα, διότι η (iii) είναι πράγματι ένας νόμος της φύσης.

Ποιες είναι οι θεμελιώδεις διαφορές μεταξύ της πρότασης (vi) απ' τη μια, και των προτάσεων (i)-(iii) και (vii) από την άλλη; Η κύρια διαφορά φαίνεται να είναι ότι οι (i)-(iii) και η (vii) είναι βαθιά ενσωματωμένες μέσα σε καλά αναπτυγμένες επιστημονικές θεωρίες και έχουν, άμεσα ή έμμεσα, ελεγχθεί εκτεταμένα. Αυτό σημαίνει πως οι (i)-(iii) και η (vii) κατέχουν –μέσα στο σώμα της επιστημονικής γνώσης μας– μια θέση (status) πολύ διαφορετική από αυτήν που έχουν οι (iv)-(vi). Εξακολουθεί να τίθεται, ωστόσο, το ερώτημα του κατά πόσον οι κανονικότητες που περιγράφονται από τις (i)-(iii) και την (vii) έχουν, μέσα στον φυσικό κόσμο, θέση διαφορετική από αυτήν των (iv)-(vi).

Στην αρχή αυτού του κεφαλαίου, εξετάσαμε την εξήγηση του γεγονότος ότι η Σελήνη αποκτά μια χαλκώδη απόχρωση κατά τη διάρκεια μιας ολικής έκλειψης. Αυτή είναι μια κανονικότητα που διαπιστώνεται στη φύση. Είναι όμως μια έννομη κανονικότητα; Η πρόταση «Το φεγγάρι γίνεται χαλκόχρουν κατά τη διάρκεια ολικών εκλείψεων», είναι μια πρόταση που διατυπώνει νόμο; Ο άμεσος πειρασμός είναι να απαντήσουμε αρνητικά, γιατί η πρόταση κάνει μια ρητή αναφορά σε ένα συγκεκριμένο αντικείμενο, το φεγγάρι. Όμως, αν θεωρήσουμε ότι αυτή η πρόταση δεν αποτελεί έννομη γενίκευση, θα φαινόταν αναγκαίο να απορρίψουμε και τους νόμους του Κέπλερ για την πλανητική κίνηση, αφού κάνουν ρητή αναφορά στο ηλιακό μας σύστημα. Ο νόμος του Γαλιλαίου για την πτώση των σωμάτων θα έπρεπε επίσης να απορριφθεί, αφού αναφέρεται σε πράγματα που πέφτουν κοντά στην επιφάνεια της Γης. Όμως θα ήταν αδικαιολόγητα παράλογο να αποχαρακτηρίσουμε όλες αυτές τις προτάσεις που είχαν κριθεί νόμοι.

Αντί για αυτό, μπορούμε να διακρίνουμε μεταξύ βασικών και παράγωγων νόμων. Οι νόμοι του Κέπλερ και ο νόμος του Γαλιλαίου μπορούν να συναχθούν από τους Νευτώνειους νόμους της κίνησης και της βαρύτητας, σε συνδυασμό με περιγραφές του ηλιακού συστήματος και των σωμάτων που το απαρτίζουν. Οι νόμοι του Νεύτωνα είναι εντελώς γενικοί και δεν κάνουν καμιά αναφορά σε συγκεκριμένο πρόσωπο, αντικείμενο, γεγονός, τόπο ή χρόνο. Η πρόταση σχετικά με το χρώμα του φεγγαριού κατά τη διάρκεια μιας ολικής έκλειψης μπορεί επίσης να εκληφθεί ως παράγωγος νόμος, γιατί συνάγεται από τους νόμους της οπτικής σε συνδυασμό με μια περιγραφή της γήινης ατμόσφαιρας και της διάταξης στην οποία βρίσκεται ο ήλιος, το φεγγάρι και η γη όταν συμβαίνει μια έκλειψη. Αλλά τι γίνεται με τις προτάσεις (iv)-(v); Το χρώμα των μήλων στο ψυγείο μου δεν μπορεί με κανέναν τρόπο να εξαχθεί από βασικούς νόμους της φύσης σε συνδυασμό με κάποια περιγραφή του ψυγείου μου. Ανεξάρτητα από το πόσο μπορεί να μου αρέσουν τα κίτρινα νοστιμότατα μήλα, δεν υπάρχει καμιά φυσική αναγκαιότητα που να απαγορεύει σε ένα νοστιμότατο κόκκινο μήλο να βρεθεί μέσα στο ψυγείο μου. Παρομοίως, δεν υπάρχουν νόμοι της φύσης από τους οποίους, σε συνδυασμό με περιγραφές των Απάτσι και των καλαθιών τους, να είναι δυνατό να συναγάγω ότι τα καλάθια αυτά μπορούν να φτιαχτούν μόνον από γυναίκες.

1.10 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ Π-Ν ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΞΗΓΗΣΗΣ

Είναι αξιοσημείωτο ότι το κλασικό άρθρο των Χέμπελ και Οπενχάιμ δεν τράβηξε ουσιαστικά καθόλου την προσοχή για μια ολόκληρη δεκαετία. Γύρω στο 1958, ωστόσο, ξεκίνησε ένας καταϊγισμός κριτικής και ενέσκηψε μια ζοηρή διαμάχη. Μεγάλο μέρος της κριτικής ασκήθηκε καθαρά με τη βοήθεια συγκεκριμένων αντιπαραδειγμάτων, τα οποία έγιναν με τη σειρά τους κλασικά. Αυτά τα παραδείγματα κατατάσσονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη αποτελείται από επιχειρήματα που πληρούν όλες τις προϋποθέσεις που απαιτούν οι Π-Ν εξηγήσεις, αλλά αποτυγχάνουν ολοφάνερα ως bona fide εξηγήσεις. Αυτά δείχνουν ότι οι προδιαγραφές που τέθηκαν από τους Χέμπελ και Οπενχάιμ δεν είναι επαρκείς για να καθορίσουν το τι συνιστά μια αποδεκτή επιστημονική εξήγηση. Η δεύτερη κατηγορία απαρτίζεται από παραδείγματα που φέρονται ως bona fide εξηγήσεις, αλλά αποτυγχάνουν να ικανοποιήσουν τις προδιαγραφές των Χέμπελ και Οπενχάιμ. Αυτό που θέλουν να δείξουν είναι ότι δεν είναι απαραίτητο να πληρούνται αυτές οι προδιαγραφές για να έχουμε ορθές εξηγήσεις. Πρέπει να χειρισθούμε αυτήν τη δεύτερη κατηγορία με προσοχή, γιατί οι Χέμπελ και Οπενχάιμ ποτέ δεν ισχυρίστηκαν ότι όλες οι ορθές εξηγήσεις συμμορφώνονται με το Π-Ν μοντέλο. Αναγνώρισαν ρητά ότι στην επιστήμη μπορεί να βρεθούν νόμιμες (legitimate) στατιστικές εξηγήσεις. Έτσι, οι στατιστικές εξηγήσεις δεν αποτελούν αντιπαραδείγματα. Έγινε όμως προσπάθεια να βρεθούν παραδείγματα τα οποία, ολοφάνερα, δεν είναι στατιστικά, αλλά αποτυγχάνουν να ικανοποιήσουν τα κριτήρια των Χέμπελ και Οπενχάιμ. Ας ρίξουμε μια ματιά σε ορισμένα αντιπαραδείγματα από κάθε κατηγορία.

*ΑΠ-1. Το κοντάρι και η σκιά του.*⁹ Πάνω σε μια πλατιά και επίπεδη έκταση ορθώνεται ένα κοντάρι ύψους ενός μέτρου. Ο ήλιος, που βρίσκεται στον ουρανό υπό γωνία ανύψωσης 60°, λάμπει. Το κοντάρι ρίχνει μια σκιά μήκους 0,58 μέτρων. Αν ρωτήσουμε γιατί η σκιά έχει αυτό το μήκος, είναι εύκολο να απαντήσουμε. Από την ανύψωση του ήλιου, το ύψος του κονταριού και την ευθεία διάδοση του φωτός μπορούμε, με λίγη βοήθεια από την τριγωνομετρία, να συναγάγουμε το μήκος της σκιάς. Το αποτέλεσμα είναι μια Π-Ν εξήγηση την οποία οι περισσότεροι θα αποδέχονταν ως ορθή. Μέχρις εδώ δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα.

Ωστόσο, αν κάποιος ρωτήσει γιατί το κοντάρι έχει ύψος 1 μέτρο, μπορούμε να κατασκευάσουμε ουσιαστικά το ίδιο επιχείρημα με πριν. Αλλά αντί να συναγάγουμε το μήκος της σκιάς από το ύψος του κονταριού και την ανύψωση του ήλιου, θα συναγάγαμε το ύψος του κονταριού από το μήκος της σκιάς και την

⁹ Αυτό το αντιπρόδειγμα επινοήθηκε από τον Συλβέν Μπρόμπεργκερ (Sylvain Bromberger), αλλά, από όσο γνωρίζω, δεν το δημοσίευσε ποτέ.

ανύψωση του ήλιου. Πολύ δύσκολα θα θεωρούσε κάποιος ότι αυτό το επιχείρημα, το οποίο ικανοποιεί όλες τις προϋποθέσεις μιας Π-Ν εξήγησης, αποτελεί επαρκή εξήγηση του ύψους του κονταριού.

Μπορούμε να πάμε ένα βήμα μακρύτερα. Χρησιμοποιώντας ένα παρόμοιο επιχείρημα, μπορούμε να συναγάγουμε ότι ο ήλιος βρίσκεται σε ανύψωση 60° από το μήκος της σκιάς και το ύψος του κονταριού. Φαντάζει εξαιρετικά παράδοξο να πει κανείς πως ο ήλιος βρίσκεται τόσο ψηλά στον ουρανό επειδή κάποιο κοντάρι ενός μέτρου ρίχνει μια σκιά μήκους 0,58 μέτρων. Από το γεγονός ότι ένα κοντάρι ενός μέτρου ρίχνει μια σκιά 0,58 μέτρων μπορούμε να συμπεράνουμε ότι βρίσκεται σε αυτή την ανύψωση. Εδώ πρέπει να είμαστε σίγουροι ότι θυμόμαστε τη διάκριση μεταξύ επικύρωσης και εξήγησης (συζητήθηκε στην Παράγραφο 1.1). Η εξήγηση της ανύψωσης του ήλιου βασίζεται στην εποχή του έτους και την ώρα της ημέρας.

Ηθικό δίδαγμα: Ο λόγος για τον οποίο είναι νόμιμο να εξηγούμε το μήκος της σκιάς με βάση το ύψος του κονταριού και την ανύψωση του ήλιου είναι ότι η σκιά είναι αποτέλεσμα αυτών των δυο αιτιακών παραγόντων. Μπορούμε να εξηγούμε αποτελέσματα παραθέτοντας τις αιτίες τους. Ο λόγος που δεν είναι νόμιμο να εξηγούμε το ύψος του κονταριού με βάση το μήκος της σκιάς είναι ότι το μήκος της σκιάς είναι αποτέλεσμα του ύψους του κονταριού (δεδομένης της ανύψωσης του ήλιου), αλλά δεν αποτελεί μέρος της αιτίας για το ύψος του κονταριού. Δεν μπορούμε να εξηγούμε αιτίες με βάση τα αποτελέσματά τους. Επιπλέον, παρόλο που η ανύψωση του ήλιου είναι ένας αποφασιστικός αιτιακός παράγοντας στη σχέση μεταξύ ύψους κονταριού και μήκους σκιάς, το κοντάρι και η σκιά δεν παίζουν κανένα αιτιακό ρόλο ως προς τη θέση του ήλιου στον ουρανό.

ΑΠ-2. Το βαρόμετρο και η καταγίδα. Δεδομένης μιας απότομης πτώσης της ένδειξης ενός καλώς λειτουργούντος βαρομέτρου, μπορούμε να προβλέψουμε ότι πολύ σύντομα θα ξεσπάσει καταγίδα. Μια απότομη πτώση της ατμοσφαιρικής πίεσης, η οποία καταγράφηκε σε ένα βαρόμετρο, εξηγεί και την καταγίδα και την πτώση στην ένδειξη.

Ηθικό δίδαγμα: Πολλές φορές βρίσκουμε δυο αποτελέσματα της ίδιας αιτίας να σχετίζονται μεταξύ τους. Σε τέτοιες περιπτώσεις δεν εξηγούμε το ένα αποτέλεσμα μέσω του άλλου. Αυτό το σημείο μπορεί να διασαφηνισθεί και με την περίπτωση των ασθενειών. Μια δεδομένη ασθένεια μπορεί να έχει πολλά διαφορετικά συμπτώματα. Η ασθένεια εξηγεί τα συμπτώματα, ένα σύμπτωμα δεν εξηγεί κάποιο άλλο.

ΑΠ-3. Η ηλιακή έκλειψη. Χρησιμοποιώντας τους νόμους της ουράνιας μηχανικής, οι αστρονόμοι μπορούν να προβλέπουν μια μελλοντική ολική ηλιακή έκλειψη από τις παρούσες θέσεις της γης, της Σελήνης και του Ηλίου. Μετά την εκδήλωση της έκλειψης, τα ίδια αυτά δεδομένα, οι ίδιοι νόμοι και οι ίδιοι υπολογισμοί μάς παρέχουν μια νόμιμη Π-Ν εξήγηση. Όλα πάνε καλά ως εδώ. Ωστό-

σο, χρησιμοποιώντας τους ίδιους νόμους και τις ίδιες θέσεις Γης, Σελήνης και Ηλίου. οι αστρονόμοι μπορούν να υπολογίσουν αναδρομικά κάποια προηγούμενη ηλιακή έκλειψη. Το επιχείρημα με το οποίο έγινε αυτός ο αναδρομικός υπολογισμός ικανοποιεί τις προδιαγραφές μιας Π-Ν εξήγησης με την ίδια ακριβώς πληρότητα που το κάνει και για την πρόβλεψη. Παρ' όλα αυτά, οι περισσότεροι θα έλεγαν πως, ενώ είναι δυνατό να εξηγήσει κανείς μια έκλειψη με βάση προηγούμενες συνθήκες, είναι αδύνατο να εξηγήσει μια έκλειψη με βάση τις συνθήκες που έπονται.

Ηθικό δίδαγμα: Προσφεύγουμε σε προηγούμενες συνθήκες για να εξηγήσουμε γεγονότα που έπονται· δεν προσφεύγουμε σε ύστερες συνθήκες για να εξηγήσουμε γεγονότα που προηγήθηκαν. Ο λόγος για αυτή την ασυμμετρία φαίνεται να έγκειται στο γεγονός ότι οι αιτίες, οι οποίες έχουν εξηγητική ισχύ, προηγούνται των αποτελεσμάτων τους – δεν έπονται των αποτελεσμάτων τους.

ΑΠ-4. Ο άνδρας και το χάπι. Ένας άνδρας εξηγεί τη δική του αποτυχία να μείνει έγκυος κατά τη διάρκεια του προηγούμενου έτους με το γεγονός ότι έπαιρνε τακτικά τα χάπια της συζύγου του για τον έλεγχο των γεννήσεων, και δηλώνει ότι οποιοσδήποτε άνδρας παίρνει τακτικά αντισυλληπτικά χάπια θα αποφύγει την εγκυμοσύνη.

Ηθικό δίδαγμα: Αυτό το παράδειγμα δείχνει πως είναι δυνατό να συγκροτήσει κανείς έγκυρα παραγωγικά επιχειρήματα με αληθείς προκείμενες, στα οποία κάποιο από το γεγονός που βεβαιώνονται από τις προκείμενες δεν έχει σχέση με πραγματική εξήγηση. Μιας και οι άνδρες δεν μένουν έγκυοι γενικώς, το γεγονός ότι αυτός ο συγκεκριμένος άνδρας πήρε αντισυλληπτικά χάπια δεν εξηγεί τίποτε. Ωστόσο, από πλευράς γενικής μορφής, το επιχείρημα συμβιβάζεται με τον Π-Ν τύπο.

Τα αντιπαράδειγματα ΑΠ-1 – ΑΠ-4 είναι όλα περιπτώσεις στις οποίες ένα επιχείρημα που πληροί τις προδιαγραφές Χέμπελ-Οπενχάιμ αποτυγχάνει πρόδηλα να αποτελέσει μια bona fide εξήγηση. Τα αντιπαράδειγματα κατασκευάστηκαν για να δείξουν ότι οι προδιαγραφές αυτές είναι πολύ ασθενείς για να μπορούν να ξεδιαλέγουν και να αφήνουν απ' έξω τις μη νόμιμες εξηγήσεις. Μια ιδέα θα ήταν να ενισχύσουμε αυτές τις προδιαγραφές με τρόπους που θα απέκλειαν αντιπαράδειγματα αυτού του είδους. Για παράδειγμα, το ΑΠ-1 και το ΑΠ-2 θα έπαιναν να αποτελούν αντιπαράδειγματα αν ορίζαμε ότι οι συνθήκες υπόθεσης που παρατίθενται στο εξηγούν οφείλουν να αποτελούν αιτίες του εξηγητέου. Το ΑΠ-3 θα μπορούσε να εξαλειφθεί αν λέγαμε ότι οι συνθήκες υπόθεσης πρέπει να υφίστανται πραγματικά πριν από το εξηγητέο. Και το ΑΠ-4 μπορεί να αποκλεισθεί, αν ορίσουμε ότι οι συνθήκες υπόθεσης πρέπει να σχετίζονται με το εξηγητέο. Για διάφορους λόγους, ο Χέμπελ αρνήθηκε να ενισχύσει τις προδιαγραφές που αφορούν την Π-Ν εξήγηση με τέτοιο ή παρόμοιο τρόπο.

Το επόμενο αντιπαράδειγμα προτάθηκε ως μια περίπτωση νόμιμης εξήγησης που δεν προσαρμόζεται στις προδιαγραφές Χέμπελ-Οπενχάιμ.

ΑΠ-5. Ο λεκές από μελάνι. Πάνω στο χαλί, κοντά στο γραφείο του καθηγητή κ. Αγγελόπουλου, υπάρχει ένας απαίσιος μαύρος λεκές. Πώς τον εξηγεί; Χθες, ένα ανοιγμένο δοχείο με μαύρο μελάνι βρισκόταν πάνω στο γραφείο του, κοντά σε μια γωνία του. Καθώς πέρασε ο ίδιος από δίπλα, το χτύπησε τυχαία με τον αγκώνα του έτσι που τελικά έπεσε στο πάτωμα χύνοντας το μελάνι πάνω στο χαλί. Αυτό φαίνεται να είναι μια επαρκής εξήγηση· ωστόσο, δεν περιέχει καθόλου νόμους. Οι υπερασπιστές του Π-Ν τύπου θα έλεγαν πως αυτό είναι απλώς μία μη πλήρης εξήγηση, και πως οι νόμοι έχουν υποτεθεί σιωπηρά. Ο Μάικλ Σκρίβεν (Michael Scriven), που πρότεινε αυτό το παράδειγμα, ισχυρίστηκε ότι η εξήγηση είναι σαφής και πλήρης ως έχει, και ότι κάθε προσπάθεια να διατυπώσουμε επακριβώς τους νόμους και τις αρχικές συνθήκες θα αποτύχει.

Ηθικό δίδαγμα: Είναι δυνατό να έχουμε απολύτως καλές εξηγήσεις χωρίς καθόλου νόμους. Η αντίληψη περί επικαλύπτοντος νόμου δεν είναι καθολικά σωστή.

Το πέμπτο αντιπαράδειγμα εγείρει σοβαρά προβλήματα που αφορούν τη φύση της αιτιότητας. Ορισμένοι φιλόσοφοι, όπως ο Σκρίβεν, υποστηρίζουν ότι ένα γεγονός σαν αυτό του χτυπήματος του μελανοδοχείου με τον αγκώνα, είναι εμφανώς η αιτία ενός άλλου γεγονότος, όπως η πτώση του δοχείου από το γραφείο. Επιπλέον, οι ίδιοι ισχυρίζονται πως το να προσδιορίσει κανείς την αιτία ενός γεγονότος περιλαμβάνει όσα χρειάζονται για την εξήγησή του. Άλλοι φιλόσοφοι, του Χέμπελ συμπεριλαμβανομένου, υποστηρίζουν ότι μια σχέση αιτιότητας εμπλέκει πάντοτε (κάποτε ρητά, κάποτε υπόρητα) έναν γενικό αιτιοκρατικό νόμο. Στην περίπτωση του λεκέ από μελάνι, οι σχετικοί νόμοι θα συμπεριλάμβαναν τους νόμους της Νευτώνειας μηχανικής (για να εξηγήσουν την ανατροπή του δοχείου από το τραπέζι και την πτώση του στο πάτωμα) και κάποιους νόμους της χημείας (για να εξηγήσουν το λεκέ στο χαλί ως αποτέλεσμα του χυμένου μελανιού).

1.11 ΔΥΟ ΤΥΠΟΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΕΞΗΓΗΣΗΣ

Οποιοσδήποτε έχει μια οικειότητα με κάποια περιοχή της επιστήμης –Φυσική, Βιολογία ή Κοινωνιολογία– αντιλαμβάνεται, όπως οι Χέμπελ και Οπενχάιμ έχουν ήδη δείξει, ότι δεν είναι όλες οι εξηγήσεις παραγωγικο-νομολογικού τύπου. Οι στατιστικοί νόμοι παίζουν σημαντικό ρόλο σε κάθε σχεδόν κλάδο της σύγχρονης επιστήμης, και στατιστικές εξηγήσεις –αυτές που εμπίπτουν στα δυο χαμηλότερα ορθογώνια στον Πίνακα 1.1– δίνονται πολύ συχνά. Το 1965 ο Χέμπελ δημοσίευσε μια περιεκτική εργασία, με τον τίτλο «Όψεις της Επιστημονικής Εξήγησης» («Aspects of Scientific Explanation», 1965β), στην οποία πρότεινε μια θεωρία στατιστικής εξήγησης που περιλαμβάνει και τους δυο τύπους.

Στον πρώτο τύπο στατιστικής εξήγησης, στο *παραγωγικο-στατιστικό (Π-Σ) μοντέλο*, οι στατιστικές κανονικότητες εξηγούνται μέσω της παραγωγής τους από πιο ευρείς στατιστικούς νόμους. Πολλά παραδείγματα μπορούν να βρεθούν

στη σύγχρονη επιστήμη. Για παράδειγμα, οι αρχαιολόγοι χρησιμοποιούν την τεχνική της χρονολόγησης με ραδιενεργό άνθρακα για τη διακρίβωση της ηλικίας κομματιών ξύλου ή κάρβουνου που ανακαλύπτονται σε αρχαιολογικές τοποθεσίες. Αν βρεθεί ότι ένα κομμάτι ξύλου έχει συγκέντρωση σε C^{14} (ένα ραδιενεργό ισότοπο του άνθρακα) ίση με το ένα τέταρτο αυτής του φρεσκοκομμένου ξύλου, τότε υπολογίζεται ότι η ηλικία του είναι 11.460 χρόνια. Ο λόγος είναι ότι ο χρόνος ημιζωής του C^{14} είναι 5.730 χρόνια, και είναι εξαιρετικά πιθανό ότι σε χρονική διάρκεια διπλάσια της ημιζωής τα τρία τέταρτα από τα άτομα C^{14} θα έχουν διασπαστεί. Τα ζωντανά δένδρα ανανεώνουν τα αποθέματά τους σε C^{14} από την ατμόσφαιρα: το κομμάτι ξύλου που έχει κοπεί δεν μπορεί να κάνει το ίδιο. Ορίστε και η Π-Σ εξήγηση:

(5) Κάθε άτομο C^{14} (που δεν εκτίθεται σε εξωτερική ακτινοβολήση)¹⁰ έχει μια πιθανότητα $1/2$ να διασπαστεί μέσα σε μια περίοδο 5.730 χρόνων.

Σε κάθε μεγάλη συλλογή ατόμων C^{14} (που δεν εκτίθενται σε εξωτερική ακτινοβολήση) περίπου τα τρία τέταρτα πιθανότατα θα διασπαστούν σε 11.460 χρόνια.

Αυτή η συναγωγή συνιστά μια εξήγηση παραγωγικού τύπου της πιθανοκρατικής γενίκευσης που κατέχει τη θέση του συμπεράσματός της.

Από πλευράς λογικής μορφής, οι παραγωγικο-στατιστικές εξηγήσεις είναι σε μεγάλο βαθμό όμοιες με τις Π-Ν εξηγήσεις ή γενικεύσεις. Η μόνη διαφορά είναι πως η εξήγηση είναι ένας στατιστικός νόμος, ενώ το εξηγούν πρέπει να περιέχει τουλάχιστον έναν στατιστικό νόμο. Οι καθολικοί νόμοι έχουν τη γενική μορφή «Όλα τα A είναι B » ή «Κανένα A δεν είναι B »: οι στατιστικοί νόμοι λένε πως ένα ορισμένο κλάσμα από τα A είναι B .¹¹ Κατ' αναλογία, το πρόβλημα που μάστιζε τις Π-Ν εξηγήσεις των καθολικών γενικεύσεων προσβάλλει και τις Π-Σ εξηγήσεις των στατιστικών γενικεύσεων. Θεωρήστε μια από τις στατιστικές γενικεύσεις στο προηγούμενο παράδειγμα – συγκεκριμένα, το ότι ο χρόνος ημιζωής του C^{14} είναι 5.730 χρόνια. Υπάρχει μια bona fide εξήγηση αυτής της γενίκευσης που στηρίζεται στους βασικούς νόμους της κβαντομηχανικής σε σύζευξη με μια περιγραφή του πυρήνα του C^{14} . Ωστόσο, η ίδια στατιστική γενίκευση μπορεί να παραχθεί από τη σύζευξή της με το νόμο του Κέπλερ για την πλανητική κίνηση. Μια τέτοια παραγωγή δεν θα λογιζόταν ως νόμιμη εξήγηση οποιουδήποτε είδους: όπως η περίπτωση που παρατίθεται στην Παράγραφο 1.8, αυτή θα συνιστούσε απλώς μια, άνευ σημασίας, παραγωγή της γενίκευσης περί του χρόνου ημιζωής του C^{14} από τον ίδιο τον εαυτό της.

¹⁰ Αυτός ο περιορισμός απαιτείται για να εξασφαλίσει ότι η αποσύνθεση είναι αυθόρμητη και όχι επαγόμενη από κάποια εξωτερική ραδιενεργό ακτινοβολήση.

¹¹ Όπως σημειώνει ο Τζέιμς Λένοξ στο κεφάλαιο 7, το σχετικό με τη φιλοσοφία της Βιολογίας, η αρχή του Δαρβίνου για τη φυσική επιλογή αποτελεί ένα παράδειγμα στατιστικού νόμου.

Μετά το άρθρο του 1948 ο Χέμπελ δεν επανήλθε σε αυτό το πρόβλημα που αφορούσε την εξήγηση νόμων. Δεν το έθεσε ούτε στο άρθρο του 1965, όπου περιέχονται περιγραφές και των τεσσάρων τύπων εξήγησης που παριστάνονται στον πίνακα 1.1. Τούτο αφήνει και τα δύο ορθογώνια στη δεξιά πλευρά του Πίνακα 1.1 σε μια ιδιαίτερα προβληματική κατάσταση. Παρ' όλα αυτά, φαίνεται καθαρά ότι πολλές ορθές εξηγήσεις και των δύο αυτών τύπων είναι δυνατόν να βρεθούν στις διάφορες επιστήμες.

Ο δεύτερος τύπος στατιστικής εξήγησης –το επαγωγικο-στατιστικό (Ε-Σ) μοντέλο– εξηγεί επιμέρους συμβάντα υπάγοντάς τα σε στατιστικούς νόμους, με τον ίδιο τρόπο που οι Π-Ν εξηγήσεις υπάγουν επιμέρους γεγονότα σε καθολικούς νόμους. Ας δούμε ένα από τα πασίγνωστα παραδείγματα του Χέμπελ. Αν ρωτήσουμε γιατί η Ελπινίκη Ιωάννου ανέλαβε γρήγορα από τη μόλυνσή της από στρεπτόκοκκο, η απάντηση είναι πως της δόθηκε μια δόση πενικιλίνης, και σχεδόν όλες οι στρεπτοκοκκικές μολύνσεις θεραπεύονται με χορήγηση πενικιλίνης. Περισσότερο τυπικά:

(6) Σχεδόν όλες οι περιπτώσεις στρεπτοκοκκικής μόλυνσης θεραπεύονται γρήγορα με χορήγηση πενικιλίνης.

Η Ελπινίκη Ιωάννου είχε στρεπτοκοκκική μόλυνση.

Η Ελπινίκη Ιωάννου έτυχε αγωγής με πενικιλίνη.

[r]

Η Ελπινίκη Ιωάννου ανέλαβε γρήγορα.

Αυτή η εξήγηση συνιστά ένα επιχείρημα με τρεις προκείμενες (το εξηγούν μέρος του επιχειρήματος). Η πρώτη προκείμενη διατυπώνει μια στατιστική κανονικότητα –έναν στατιστικό νόμο– ενώ οι άλλες δύο διατυπώνουν τις συνθήκες υπόθεσης. Το συμπέρασμα (το εξηγητέο) διατυπώνει το γεγονός που πρέπει να εξηγηθεί. Παρ' όλα αυτά, υφίσταται μια αποφασιστική διαφορά μεταξύ των εξηγήσεων (3) και (6): οι Π-Ν εξηγήσεις καταλήγουν με παραγωγικό τρόπο στα γεγονότα που πρέπει να εξηγηθούν, ενώ οι Ε-Σ καταλήγουν σ' αυτά επαγωγικά. Η απλή γραμμή που χωρίζει τις προκείμενες από το συμπέρασμα στην (3) σημαίνει μια σχέση παραγωγικής συναγωγής μεταξύ προκείμενων και συμπεράσματος. Η διπλή γραμμή στην (6) σημαίνει μια σχέση επαγωγικής στήριξης, ενώ η προσαρτημένη μεταβλητή r συμβολίζει την ισχύ της στήριξης. Αυτή η ισχύς της στήριξης μπορεί να εκφραστεί επακριβώς, ως η αριθμητική τιμή μιας πιθανότητας, ή με τρόπο ασαφή, με τη χρήση φράσεων όπως «πολύ πιθανά» ή «σχεδόν σίγουρα».

Μια εξήγηση οποιουδήποτε από το δύο αυτά είδη μπορεί να περιγραφεί ως ένα επιχείρημα κατά το οποίο *το εξηγητέο γεγονός, ή συμβάν, έπρεπε να αναμένεται λόγω ορισμένων εξηγούντων γεγονότων*. Σε μια Π-Ν εξήγηση, είναι παραγωγικά βέβαιο ότι το εξηγητέο γεγονός θα συμβεί, δεδομένων των εξηγούντων γεγονότων· σε μια Ε-Σ εξήγηση, το εξηγητέο γεγονός έχει μεγάλη επαγωγική πιθανό-

τητα να συμβεί σε σχέση με τα εξηγούντα γεγονότα. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι στενά συσχετισμένο με τη θέση περί συμμετρίας μεταξύ εξήγησης και πρόβλεψης σε ό,τι αφορά την εξήγηση επιμέρους γεγονότων. Σύμφωνα με αυτήν τη θέση, κάθε αποδεκτή εξήγηση ενός επιμέρους γεγονότος είναι ένα επιχείρημα, παραγωγικό ή επαγωγικό, το οποίο θα μπορούσε να έχει χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει το υπό εξέταση γεγονός, αν τα γεγονότα που δηλώνονται στο εξηγούν ήταν διαθέσιμα πριν από την εκδήλωσή του.¹² Όπως θα δούμε, αυτή η θέση περί συμμετρίας συνάντησε σοβαρή αντίδραση.

Οπωσδήποτε ο Χέμπελ δεν υπήρξε ο μόνος φιλόσοφος που πρόσεξε, στις αρχές της δεκαετίας του '60, ότι οι στατιστικές εξηγήσεις παίζουν έναν εξέχοντα ρόλο στη σύγχρονη επιστήμη. Ωστόσο, ήταν ο πρώτος που παρουσίασε μια λεπτομερή περιγραφή της φύσης των στατιστικών εξηγήσεων και ο πρώτος που έφερε στην επιφάνεια ένα θεμελιώδες πρόβλημα που αφορά τη στατιστική εξήγηση επιμέρους γεγονότων. Η περίπτωση της Ελπινίκης Ιωάννου και της ταχείας ανάρρωσής της μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαφωτιστικό παράδειγμα. Είναι γνωστό πως ορισμένα είδη του βακτηριδίου του στρεπτόκοκκου είναι απρόσβλητα από την πενικιλίνη. Αν η μόλυνση της Ιωάννου προερχόταν από αυτόν τον τύπο στρεπτόκοκκου, η πιθανότητα ταχείας ανάρρωσής της μετά από αγωγή με πενικιλίνη θα ήταν μικρή. Θα μπορούσαμε, πράγματι, να συγκροτήσουμε το ακόλουθο επαγωγικό επιχείρημα:

(7) Σχεδόν καμιά από τις περιπτώσεις μόλυνσης από στρεπτόκοκκο απρόσβλητο από την πενικιλίνη δεν θεραπεύεται γρήγορα μετά τη χορήγηση πενικιλίνης.

Η Ελπινίκη Ιωάννου είχε μια μόλυνση από στρεπτόκοκκο απρόσβλητο από την πενικιλίνη.

Η Ελπινίκη Ιωάννου έτυχε αγωγής με πενικιλίνη.

Η Ελπινίκη Ιωάννου δεν ανέρρωσε γρήγορα. [q]

Το αξιοσημείωτο γεγονός σχετικά με τα επιχειρήματα (6) και (7) είναι ότι οι προκείμενές τους είναι αμοιβαία συμβατές – μπορούν να είναι όλες αληθείς. Ωστόσο, τα συμπεράσματά τους αντιφάσκουν μεταξύ τους. Αυτή είναι μια κατάσταση που δεν μπορεί ποτέ να προκύψει με παραγωγικά επιχειρήματα. Δεδομένων δύο έγκυρων παραγωγών με ασυμβίβαστα συμπεράσματα, οι προκείμενές τους πρέπει να είναι επίσης ασυμβίβαστες. Έτσι, το πρόβλημα που προκύπτει σε σχέση με τις Ε-Σ εξηγήσεις δεν έχει το ανάλογο του στις Π-Ν εξηγήσεις. Ο Χέμπελ το ονόμασε *πρόβλημα αμφισημίας των Ε-Σ εξηγήσεων*.

Η πηγή του προβλήματος της αμφισημίας είναι μια απλή και θεμελιώδης δια-

¹² Αυτή η θέση αναπτύχθηκε ως προς την Π-Ν εξήγηση στο Hempel-Oppenheim (1948, 249), και επαναλήφθηκε με κάποιες προσθήκες, τόσο για τις Π-Ν όσο και για τις Ε-Σ εξηγήσεις στο Hempel (1965a, παράγραφοι 2.4, 3.5).

φορά μεταξύ καθολικών νόμων και στατιστικών νόμων. Δεδομένης της πρότασης ότι όλα τα A είναι B , έπεται άμεσα ότι όλα τα πράγματα που είναι A και Γ είναι επίσης και B . Αν όλοι οι άνθρωποι είναι θνητοί, τότε όλοι οι άνθρωποι που είναι ψηλότεροι από έξι πόδια είναι θνητοί. Ωστόσο, ακόμα κι αν σχεδόν όλοι οι άνθρωποι που ζουν σήμερα θα ζουν και σε πέντε χρόνια από τώρα, δεν έπεται άμεσα ότι όλοι όσοι ζουν σήμερα με καρκίνο του παγκρέατος σε προχωρημένο στάδιο θα ζουν και ύστερα από πέντε χρόνια. Όπως σημειώσαμε στην παράγραφο 1.5, υπάρχει ένα ανάλογο γεγονός σχετικά με τα επιχειρήματα. Δεδομένου ενός έγκυρου παραγωγικού επιχειρήματος, το επιχείρημα θα παραμείνει έγκυρο αν προσαρτηθούν πρόσθετες προκείμενες αρκεί να μην αφαιρέσουμε καμιά από τις αρχικές προκείμενες. Η παραγωγή είναι αδιάβρωτη. Δεδομένου ενός ισχυρού επαγωγικού επιχειρήματος –ενός που στηρίζει το συμπέρασμά του με υψηλή τιμή πιθανότητας– η προσθήκη μιας επιπλέον προκείμενης είναι δυνατό να το υπονομεύσει εντελώς. Για αιώνες οι Ευρωπαίοι διέθεταν ένα μεγάλο σώμα επαγωγικών τεκμηρίων που στήριζαν την πρόταση ότι όλοι οι κύκνοι είναι άσπροι. Ωστόσο, μια αληθής αναφορά για έναν μαύρο κύκνο στην Αυστραλία διέψευσε πλήρως το συμπέρασμα. Η επαγωγή δεν είναι αδιάβρωτη.

Ο Χέμπελ επιχείρησε να επιλύσει το πρόβλημα της αμφισημίας με τη βοήθεια της *απαιτήσης για μέγιστη εξειδίκευση* (requirement of maximal specificity, RMS), ή συντομογραφικά ΑΜΕ. Είναι εξαιρετικά δύσκολο να διατυπωθεί η ΑΜΕ με ακρίβεια, αλλά η βασική ιδέα είναι απλή. Όταν συγκροτούμε Ε-Σ εξηγήσεις, πρέπει να συμπεριλάβουμε όλη τη σχετική γνώση που έχουμε και η οποία θα ήταν, κατ' αρχήν, διαθέσιμη, πριν από το εξηγητέο γεγονός. Αν μας είναι διαθέσιμη η πληροφορία ότι η μόλυνση της Ιωάννου είναι του ίδιου είδους με αυτήν που αντιστέκεται στην πενικιλίνη, το επιχείρημα (6) θα μας παρείχε μια αποδεκτή Ε-Σ εξήγηση.¹³

Στην παράγραφο 1.8 παραθέσαμε τις τέσσερις συνθήκες επάρκειας των Χέμπελ και Οπενχάιμ για Π-Ν εξηγήσεις. Μπορούμε τώρα να γενικεύσουμε αυτές τις συνθήκες έτσι που να εφαρμόζονται τόσο στις Π-Ν όσο και στις Ε-Σ εξηγήσεις:

1. Η εξήγηση πρέπει να είναι ένα επιχείρημα που παρουσιάζει ορθή (παραγωγική ή επαγωγική) μορφή.
2. Το εξηγούν πρέπει να περιέχει τουλάχιστον έναν γενικό νόμο (καθολικό ή στατιστικό), και αυτός ο νόμος πρέπει να απαιτείται πραγματικά για τη συναγωγή του εξηγητέου.
3. Το εξηγούν πρέπει να έχει εμπειρικό περιεχόμενο· πρέπει να είναι –του-

¹³ Η (6) δεν θα συνιστούσε αποδεκτή για μας Ε-Σ εξήγηση αν είχαμε βρει εκ των προτέρων πως το είδος μόλυνσης της Ιωάννου υποχωρεί μετά από αγωγή με πενικιλίνη. Η πιθανότητα ταχείας ανάρρωσης μεταξύ των ανθρώπων που υποφέρουν από αυτό τό είδος μόλυνσης είναι διαφορετική από την πιθανότητα ταχείας ανάρρωσης μεταξύ των ανθρώπων που υποφέρουν από ένα αδιευκρίνιστο είδος στρεπτοκοκκικής μόλυνσης.

- λάχιστον κατ' αρχήν-ικανό να ελεγχθεί από το πείραμα ή την παρατήρηση.
4. Οι προτάσεις που συγκροτούν το εξηγούν πρέπει να είναι αληθείς.
 5. Η εξήγηση πρέπει να ικανοποιεί την απαίτηση για μέγιστη εξειδίκευση.¹⁴

Η θεωρία για την επιστημονική εξήγηση που αναπτύχθηκε από τον Χέμπελ στην εργασία του του 1965 έτυχε πλατιάς αποδοχής από τους φιλοσόφους της επιστήμης. Από τα μέσα της δεκαετίας του '60 μέχρι και τις αρχές της δεκαετίας του '70, αυτή μπορεί εύλογα να θεωρηθεί ως η καθιερωμένη άποψη περί επιστημονικής εξήγησης. Σύμφωνα με αυτήν την άποψη, κάθε νόμιμη επιστημονική εξήγηση πρέπει να ταιριάζει με το πρότυπο που αντιστοιχεί σε ένα από τα τέσσερα ορθογώνια του Πίνακα 1.1.

1.12 ΚΡΙΤΙΚΕΣ ΣΤΟ Ε-Σ ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΕΞΗΓΗΣΗΣ

Στην παράγραφο 1.10 είδαμε πως μπορούμε να παραθέσουμε τις αντιρρήσεις ενάντια στο Π-Σ πρότυπο επιστημονικής εξήγησης χρησιμοποιώντας γνωστά αντιπαράδειγματα. Το ίδιο ισχύει και για το Ε-Σ πρότυπο. Εξετάστε τα παρακάτω:

ΑΠ-6. Ψυχοθεραπεία. Υποθέστε πως ο Άρης Πέτρου υποφέρει από ένα ενοχλητικό νευρωτικό σύμπτωμα. Υποβάλλεται σε ψυχοθεραπεία και το σύμπτωμα εξαφανίζεται. Μπορούμε, κατ' αναλογία προς το επιχείρημα (6), να εξηγήσουμε την ανάρρωσή του μέσω της θεραπείας στην οποία υποβλήθηκε; Μπορούμε να συγκροτήσουμε το ακόλουθο επαγωγικό επιχείρημα:

- (8) Οι περισσότεροι άνθρωποι που υποφέρουν από ένα νευρωτικό σύμπτωμα του τύπου N και υποβάλλονται σε ψυχοθεραπεία, ανακουφίζονται από αυτό το σύμπτωμα.

Ο Άρης Πέτρου είχε ένα σύμπτωμα του τύπου N και υποβλήθηκε σε ψυχοθεραπεία.

~~~~~ [r]

Ο Άρης Πέτρου ανακουφίστηκε από το σύμπτωμά του.

Πριν προσπαθήσουμε να αποτιμήσουμε αυτήν την πρόταση εξήγησης, πρέπει να λάβουμε υπ' όψιν το γεγονός ότι υφίσταται μια αρκετά υψηλή συχνότητα αυθόρμητης ύφεσης του συμπτώματος – δηλαδή, πολλοί άνθρωποι που υποφέρουν από το είδος συμπτώματος N καλυτερεύουν ασχέτως θεραπείας. Οσοδήποτε με-

<sup>14</sup> Οι Π-N εξηγήσεις επιμέρους γεγονότων ικανοποιούν αυτόματα αυτή την απαίτηση. Αν όλα τα A είναι B, η πιθανότητα για ένα A να είναι B ισούται με τη μονάδα. Υπό αυτές τις συνθήκες, η πιθανότητα για ένα A που είναι και Γ να είναι B ισούται επίσης με τη μονάδα. Συνεπώς, καμιά υποδιαίρεση του A δεν συναρτάται με το B.

γάλος κι αν είναι ο αριθμός  $r$ , αν η συχνότητα ανάρρωσης για εκείνους που υποβάλλονται σε ψυχοθεραπεία δεν είναι μεγαλύτερη από τη συχνότητα αυθόρμητης ύφεσης του συμπτώματος, είναι λάθος να θεωρήσουμε το επιχείρημα (8) ως νόμιμη εξήγηση. Μια υψηλή πιθανότητα δεν είναι *επαρκής* για μια σωστή εξήγηση. Ωστόσο, αν ο αριθμός  $r$  δεν είναι πολύ μεγάλος, αλλά είναι μεγαλύτερος από τη συχνότητα αυθόρμητης ύφεσης του συμπτώματος, το γεγονός ότι ο ασθενής υποβλήθηκε σε ψυχοθεραπεία διαθέτει τουλάχιστον κάποιο βαθμό εξηγητικής ισχύος. Η υψηλή πιθανότητα δεν είναι απαραίτητη για μια ορθή εξήγηση.

Ένα ακόμα παράδειγμα ενισχύει αυτήν την παρατήρηση.

**ΑΠ-7. Η βιταμίνη C και το κοινό κρυολόγημα.**<sup>15</sup> Υποθέστε πως κάποιος ισχυρίζεται ότι μεγάλες δόσεις βιταμίνης C θα είχαν ως αποτέλεσμα τη γρήγορη θεραπεία του κοινού κρυολογήματος. Πρέπει εδώ να σημειώσουμε πως, για να εξακριβώσουμε την αποτελεσματικότητα της βιταμίνης C στην ταχεία ανάρρωση από το κρυολόγημα, δεν αρκεί να αποδείξουμε ότι οι περισσότεροι άνθρωποι στους οποίους χορηγείται βιταμίνη C θεραπεύονται γρήγορα· τα περισσότερα κρυολογήματα εξαφανίζονται μέσα σε λίγες μέρες ασχέτως αγωγής. Αυτό που απαιτείται είναι ένα ελεγχόμενο διπλά τυφλό<sup>16</sup> πείραμα, στο οποίο η συχνότητα ταχείας ανάρρωσης εκείνων στους οποίους χορηγείται βιταμίνη C συγκρίνεται με τη συχνότητα ταχείας ανάρρωσης εκείνων στους οποίους χορηγείται απλώς ένα εικονικό φάρμακο. Αν υπάρχει σημαντική διαφορά στην πιθανότητα ταχείας ανάρρωσης εκείνων στους οποίους χορηγείται βιταμίνη C σε σχέση με εκείνους στους οποίους δεν χορηγείται, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η βιταμίνη C έχει έναν βαθμό αιτιακής επίδρασης στη συντόμευση της διάρκειας των κρυολογημάτων. Αν, ωστόσο, δεν υπάρχει καμιά διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων, τότε θα ήταν λάθος να προσπαθήσουμε να εξηγήσουμε την ταχεία ανάρρωση κάποιου από ένα κρυολόγημα κατασκευάζοντας ένα επιχείρημα ανάλογο με το (6),

<sup>15</sup> Τον καιρό περίπου που ο Χέμπελ επεξεργαζόταν τη θεωρία του για την Ε-Σ εξήγηση, οι ισχυρισμοί του Λίνους Πάουλινγκ (Linus Pauling) περί της αξίας μαζικών δόσεων βιταμίνης C για την πρόληψη κοινών κρυολογημάτων συγκέντρωσαν μεγάλη προσοχή. Μολονότι ο Πάουλινγκ δεν ισχυρίστηκε ότι η βιταμίνη C έχει την ικανότητα να θεραπεύει κρυολογήματα, μου φάνηκε πως ένα φανταστικό παράδειγμα αυτού του είδους μπορούσε να επινοηθεί.

<sup>16</sup> Σε ένα ελεγχόμενο πείραμα υπάρχουν δυο ομάδες υποκειμένων, η ομάδα του πειραματισμού και η ομάδα ελέγχου. Αυτές οι ομάδες πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο όμοιες η μία με την άλλη. Στα μέλη της ομάδας του πειραματισμού χορηγείται η ουσία που δοκιμάζεται, δηλαδή η βιταμίνη C. Στα μέλη της ομάδας ελέγχου χορηγείται μια εικονική ουσία (placebo), δηλαδή μια αδρανής ουσία, όπως ένα χάπι ζάχαρης, για την οποία είναι γνωστό ότι δεν έχει καμιά επίδραση στο κοινό κρυολόγημα. Σε ένα τυφλό πείραμα τα υποκείμενα του πειραματισμού δεν γνωρίζουν αν παίρνουν βιταμίνη C ή εικονική ουσία. Αυτό είναι σημαντικό γιατί αν τα υποκείμενα γνώριζαν ποια αγωγή τους χορηγείται, η δύναμη της υποβολής ίσως αλλοίωνε τα αποτελέσματα. Ένα πείραμα είναι διπλά τυφλό αν ούτε εκείνος(-η) που μοιράζει τα χάπια ούτε τα υποκείμενα γνωρίζουν ποιος(-α) από τα υποκείμενα παίρνει ποιον τύπο χαπιού. Αν το πείραμα δεν είναι διπλά τυφλό, εκείνος(-η) που χορηγεί τα χάπια μπορεί, παρ' όλη την προσπάθεια για το αντίθετο, να περάσει τελικά κάποια σχετική νύξη στο υποκείμενο.

όπου αυτό το αποτέλεσμα θα αποδιδόταν στην αγωγή με βιταμίνη C.

*Ηθικό δίδαγμα:* Τα ΑΠ-6 και ΑΠ-7 μας καλούν να προσέξουμε το σημείο που τόνιζε και το ΑΠ-4 (ο άνδρας και το αντισυλληπτικό χάπι). Όλα δείχνουν πως κάτι πρέπει να γίνει ώστε τα άσχετα γεγονότα να αποκλείονται από την επιστημονική εξήγηση. Αν η συχνότητα εγκυμοσύνης μεταξύ των ανδρών που καταναλώνουν αντισυλληπτικά χάπια είναι η ίδια με εκείνων που δεν καταναλώνουν, τότε η χρήση χαπιών για τον έλεγχο των γεννήσεων είναι αιτιακά και εξηγητικά άσχετη σε ό,τι αφορά την εγκυμοσύνη στους άνδρες. Με τον ίδιο τρόπο, αν η συχνότητα υποβάλλονται σε νευρωσικά συμπτώματα είναι η ίδια και για εκείνους που υποβάλλονται σε ψυχοθεραπεία και για εκείνους που δεν υποβάλλονται, τότε η ψυχοθεραπεία είναι αιτιακά και εξηγητικά άσχετη με την ανακούφιση από νευρωσικά συμπτώματα. Όμοια, αν η συχνότητα ταχείας ανάρρωσης από τα κοινά κρυολογήματα είναι η ίδια για εκείνους στους οποίους χορηγούνται μεγάλες δόσεις βιταμίνης C και για εκείνους στους οποίους δεν χορηγούνται, τότε η κατανάλωση μεγάλων δόσεων βιταμίνης C είναι αιτιακά και εξηγητικά άσχετη με την ταχεία ανάρρωση από κοινά κρυολογήματα.<sup>17</sup> Η απαίτηση του Χέμπελ για μέγιστη εξειδίκευση σχεδιάστηκε για να εξασφαλίσει ότι όλες οι σχετικές πληροφορίες (ενός κατάλληλου είδους) περιλαμβάνονται στις Ε-Σ εξηγήσεις. Αυτό που χρειάζεται επιπλέον είναι μια απαίτηση που να εξασφαλίζει ότι μόνο οι πληροφορίες που είναι σχετικές περιλαμβάνονται στις Π-Ν ή στις Ε-Σ εξηγήσεις.

*ΑΠ-8. Σύφιλη και πάρεση.* Πάρεση είναι μια μορφή τριτογενούς σύφιλης από την οποία μπορεί να προσβληθεί μόνο κάποιος που περνά από πρωτογενή, δευτερογενή, ή κάποια λανθάνουσα μορφή σύφιλης, χωρίς να υποβάλλεται σε αγωγή με πενικιλίνη. Αν κάποιος ρωτούσε γιατί ένας συγκεκριμένος άνθρωπος πάσχει από πάρεση, μια σωστή απάντηση θα ήταν πως αυτός ή αυτή υπήρξε θύμα λανθάνουσας σύφιλης που δεν αντιμετωπίστηκε. Ωστόσο, μόνον ένα μικρό ποσοστό από εκείνους που πάσχουν από λανθάνουσα σύφιλη που δεν αντιμετωπίστηκε – περίπου 25% – όντως εμφανίζουν πάρεση. Αν επιλεγεί τυχαία ένα θύμα λανθάνουσας σύφιλης που δεν αντιμετωπίστηκε, μπορεί κάποιος να προβλέψει ότι αυτός, ή αυτή, δεν θα παρουσιάσει πάρεση.

*Ηθικό δίδαγμα:* υπάρχουν νόμιμες Ε-Σ εξηγήσεις στις οποίες το εξηγούν δεν καθιστά το εξηγητέο σε υψηλό βαθμό πιθανό. Το ΑΠ-8 απαντά στη θέση περί συμμετρίας εξήγησης-πρόβλεψης, δηλαδή στον ισχυρισμό πως μια εξήγηση συνιστά ένα επιχείρημα το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να προβλέ-

<sup>17</sup> Πρέπει να σημειωθεί πως δεν ισχυρίζομαι ούτε ότι η ψυχοθεραπεία είναι άσχετη με την απαλλαγή από νευρωσικά συμπτώματα ούτε ότι η βιταμίνη C είναι άσχετη με τον ρυθμό ανάρρωσης από κρυολογήματα. Λέω, απλά, ότι αυτό είναι ακριβώς που σ' ό,τι έχει να κάνει με τις Ε-Σ εξηγήσεις.

ψει το εξηγητέο αν ήταν διαθέσιμο πριν αυτό εμφανισθεί. Αξίζει να σημειωθεί, σε σχέση με το ΑΠ-6 και ΑΠ-7, ότι η λανθάνουσα σύφιλη που δεν αντιμετωπίστηκε σχετίζεται έντονα με την εμφάνιση της πάρεσης, παρόλο που δεν κάνει την πάρεση ιδιαίτερα πιθανή, ή έστω πιθανότερη από τη μη εμφάνισή της.

**ΑΠ-9. Το κάλπικο νόμισμα.** Υποθέστε ότι στρίβουμε ένα νόμισμα και ότι αυτό είναι έτσι κατασκευασμένο ώστε να παρουσιάζει έντονη τάση να φέρνει κορώνες στο στρίψιμο – η πιθανότητα να έρθει κορώνα, σε ένα στρίψιμο, είναι 0.95, ενώ η πιθανότητα να έρθουν γράμματα είναι 0.05. Το νόμισμα στρίβεται και έρχεται κορώνα. Μπορούμε πολύ εύκολα να επινοήσουμε μια Ε-Σ εξήγηση που να ικανοποιεί όλες τις προδιαγραφές. Αλλά υποθέστε πως έρχονται γράμματα. Σ' αυτή την περίπτωση, μια Ε-Σ εξήγηση είναι αδύνατη. Ωστόσο, στο βαθμό που κατανοούμε το μηχανισμό που μεσολαβεί, και κατά συνέπεια τον πιθανοκρατικό χαρακτήρα του αποτελέσματος κορώνα, κατανοούμε στον ίδιο βαθμό και το απίθανο αποτέλεσμα, παρόλο που εμφανίζεται λιγότερο συχνά.

**Ηθικό δίδαγμα:** Αν είμαστε σε θέση να κατασκευάζουμε στατιστικές εξηγήσεις γεγονότων που είναι πιθανά σε μεγάλο βαθμό, τότε έχουμε επίσης την ικανότητα να επινοούμε στατιστικές εξηγήσεις γεγονότων που είναι υπερβολικά απίθανα.

### 1.13 ΝΤΕΤΕΡΜΙΝΙΣΜΟΣ, ΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΙΑ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΞΗΓΗΣΗ

Όταν βλέπουμε μια Ε-Σ εξήγηση όπως η (6), μπαίνουμε στον πειρασμό να τη θεωρήσουμε ανεπαρκή. Μπορεί, όντως, να ενσωματώνει όλη τη σχετική γνώση που συμβαίνει να διαθέτουμε. Ωστόσο, τείνουμε να πιστεύουμε ότι είναι απολύτως δυνατό η Ιατρική επιστήμη να ανακαλύψει αρκετά πράγματα για τις στρεπτοκοκκικές μολύνσεις και για τη θεραπεία με πενικιλίνη ώστε να μπορεί να καθορίζει επακριβώς ποια από τα άτομα που πάσχουν από στρεπτοκοκκικές μολύνσεις θα αναλάβουν γρήγορα μετά από αγωγή με πενικιλίνη και ποια άτομα δεν θα αναλάβουν. Όταν θα διατίθεται γνώση αυτού του επιπέδου, τότε δεν θα είμαστε υποχρεωμένοι να συμβιβάζομαστε με Ε-Σ εξηγήσεις για τις ταχείες αναρρώσεις από στρεπτοκοκκικές μολύνσεις: αντίθετα, θα είμαστε ικανοί να παρέχουμε Π-Ν εξηγήσεις. Παρόμοιες παρατηρήσεις μπορούν να γίνουν σε αρκετά από τα παραπάνω αντιπαραδείγματα – ειδικότερα στα ΑΠ-6 έως ΑΠ-9.

Θυμηθείτε το ΑΠ-8, την περίπτωση σύφιλης-πάρεσης. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, με την παρούσα γνώση μας μπορούμε να προβλέψουμε ότι γύρω στο 25% των θυμάτων λανθάνουσας σύφιλης που δεν αντιμετωπίστηκε αναπτύσσουν πάρεση, αλλά δεν γνωρίζουμε πώς να διακρίνουμε αυτούς που θα εκδηλώσουν πάρεση από εκείνους που δεν θα εκδηλώσουν. Υποθέστε πως ο Γεώργιος Γεωργίου εκδηλώνει πάρεση. Κατά το παρόν στάδιο της γνώσης μας, η καλύτερη Ε-Σ

εξήγηση της πάρεσης του Γεωργίου που μπορούμε να έχουμε, διατυπώνεται ως εξής:

- (9) Το 25% των θυμάτων λανθάνουσας σύφιλης που δεν αντιμετωπίστηκε θα εκδηλώσει πάρεση.

Ο Γεωργίου είχε λανθάνουσα σύφιλη που δεν αντιμετωπίστηκε.

---

[.25]

Ο Γεωργίου εκδήλωσε πάρεση.

Αυτό το επιχειρήμα δεν μπορεί να γίνει αποδεκτό ως Ε-Σ εξήγηση λόγω του ασθενούς βαθμού επαγωγικής στήριξης.

Υποθέστε ότι περαιτέρω έρευνα για τις αιτίες της πάρεσης αποκαλύπτει έναν παράγοντα στο αίμα –ονομάστε τον παράγοντα *Π*– ο οποίος μας δίνει τη δυνατότητα να διακρίνουμε, με αρκετή αξιοπιστία –ας πούμε 95%– αυτούς που θα εκδηλώσουν πάρεση. Δεδομένου ότι ο Γεωργίου έχει τον παράγοντα *Π*, μπορούμε να συγκροτήσουμε το ακόλουθο επιχειρήμα:

- (10) Το 95% των θυμάτων λανθάνουσας σύφιλης που δεν αντιμετωπίστηκε και τα οποία έχουν τον παράγοντα *Π* εκδηλώνουν πάρεση.

Ο Γεωργίου είχε τον παράγοντα *Π*.

---

[.95]

Ο Γεωργίου εκδήλωσε πάρεση.

Μέσα στα όρια γνώσης που μόλις αναφέραμε, το επιχειρήμα αυτό θα λογιζόταν ως μια πολύ καλή Ε-Σ εξήγηση, αφού το 0.95 είναι αρκετά κοντά στο 1.

Ας υποθέσουμε επιπλέον πως πρόσθετη ιατρική έρευνα αποκαλύπτει ότι μεταξύ των θυμάτων λανθάνουσας σύφιλης που δεν αντιμετωπίστηκε και έχουν τον παράγοντα *Π*, εκείνοι των οποίων ο νωτιαίος μυελός περιέχει έναν άλλο παράγοντα, τον *P*, εκδηλώνουν πάντοτε πάρεση. Δεδομένης αυτής της πληροφορίας, και του γεγονότος ότι ο Γεωργίου έχει τον παράγοντα *P*, μπορούμε να στοιχειοθετήσουμε την ακόλουθη εξήγηση:

- (11) Όλα τα θύματα λανθάνουσας σύφιλης που δεν αντιμετωπίστηκε, τα οποία έχουν τον παράγοντα *Π* και τον παράγοντα *P*, εκδηλώνουν πάρεση.

Ο Γεωργίου είχε λανθάνουσα σύφιλη που δεν αντιμετωπίστηκε.

Ο Γεωργίου είχε τον παράγοντα *Π*.

Ο Γεωργίου είχε τον παράγοντα *P*.

---

Ο Γεωργίου εκδήλωσε πάρεση.

Αν οι υποθέσεις περί του παράγοντα *Π* και του παράγοντα *P* ήταν αληθείς, αυτό το επιχειρήμα θα είχε όλα τα χαρακτηριστικά μιας ορθής Π-Ν εξήγησης. Απο-



δεχθήκαμε την (10) ως ορθή εξήγηση της πάρεσης του Γεωργίου μόνον επειδή δεν διαθέταμε την πληροφορία που μας έδωσε τη δυνατότητα να στοιχειοθετήσουμε την (11).

*Ντετερμινισμός* είναι η θεωρία που ισχυρίζεται πως οτιδήποτε συμβαίνει μέσα στο σύμπαν καθορίζεται επακριβώς από πρότερες συνθήκες.<sup>18</sup> Αν αυτή η θέση είναι σωστή, τότε κάθε γεγονός στην ιστορία του σύμπαντος –είτε ανήκει στο παρελθόν είτε στο παρόν είτε στο μέλλον– είναι κατ' αρχήν παραγωγικά εξηγήσιμο. Αν η θεωρία περί ντετερμινισμού είναι αληθής, τότε κάθε ορθή Ε-Σ εξήγηση είναι απλώς μία μη πλήρης Π-Ν εξήγηση. Υπό αυτές τις συνθήκες, το Ε-Σ μοντέλο δεν είναι ένας πραγματικά αυτοδύναμος τύπος εξήγησης: όλες οι πλήρως ορθές εξηγήσεις υπακούουν στο Π-Ν μοντέλο. Οπότε το κάτω αριστερά ορθογώνιο στον Πίνακα 1.1 θα έπρεπε να είναι κενό. Αυτό δεν σημαίνει πως οι Ε-Σ εξηγήσεις –δηλαδή οι μη πλήρεις Π-Ν εξηγήσεις– είναι άχρηστες, παρά μόνον ότι δεν είναι πλήρεις.

Είναι ο ντετερμινισμός αληθής; Δεν θα πάρουμε εδώ θέση ως προς αυτό το ζήτημα. Η σύγχρονη φυσική –και ειδικά η κβαντική μηχανική– φαίνεται να παρέχει ισχυρά επιχειρήματα για να πιστέψουμε πως ο ντετερμινισμός δεν ισχύει. Όμως δεν συμφωνούν όλοι με αυτή την ερμηνεία. Εν πάση περιπτώσει, εμείς θα υποθετήσουμε τη θέση ότι η θεώρηση περί ντετερμινισμού *μπορεί* να είναι ψευδής, και θα δούμε ποιες είναι οι συνέπειες σε σχέση με τη στατιστική εξήγηση.

Σύμφωνα με τους περισσότερους φυσικούς και τους φιλοσόφους της φυσικής, η αυθόρμητη διάσπαση του πυρήνα κάποιου ατόμου μιας ραδιενεργού ουσίας είναι ένα κατ' εξοχήν μη ντετερμινιστικό συμβάν. Η ραδιενεργός διάσπαση κυβερνάται από νόμους, αλλά αυτοί οι νόμοι είναι θεμελιωδώς, και κατά μη αναγώγιμο τρόπο, στατιστικοί. Κάθε άτομο  $C^{14}$  έχει μια πιθανότητα πενήντα-πενήντα να διασπαστεί αυθόρμητα μέσα στα επόμενα 5.730 χρόνια και μια πιθανότητα πενήντα-πενήντα να μην διασπαστεί. Δεδομένης μιας συλλογής ατόμων  $C^{14}$ , η πιθανότητα ότι κάποια από αυτά θα διασπασθούν και κάποια δεν θα διασπασθούν μέσα στα επόμενα 5.730 χρόνια είναι συντριπτική. Παρ' όλα αυτά, δεν υπάρχει κανένας τρόπος, έστω και κατ' αρχήν, να επιλέξουμε εκ των προτέρων αυτά που θα διασπασθούν. Δεν έχουμε τη δυνατότητα να συγκροτήσουμε καμιά Π-Ν εξήγηση της διάσπασης οποιουδήποτε τέτοιου ατόμου. Ωστόσο Ε-Σ εξηγήσεις μπορούν να συγκροτηθούν. Για παράδειγμα, σε ένα δείγμα ατόμων  $C^{14}$  με μάζα 1 mg υπάρχουν περίπου  $4 \times 10^{19}$  άτομα. Αν σε μια περίοδο 5.730 χρόνων διασπασθούν περίπου τα μισά από αυτά, τότε τα υπόλοιπα  $2 \times 10^{19}$  θα έχουν παραμείνει ανέπαφα. Είναι εξαιρετικά απίθανο να διασπασθούν ακριβώς τα μισά άτομα μέσα στη συγκεκριμένη χρονική περίοδο, αλλά είναι *εξαιρετικά πιθανό* να διασπασθούν περίπου τα μισά. Το ακόλουθο επιχειρήμα –το οποίο διαφέρει από το (5) κατά το ότι αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο δείγμα *A*– στέκεται ως μια

<sup>18</sup> Ο ντετερμινισμός αναλύεται λεπτομερώς στο κεφάλαιο 6.

ισχυρή Ε-Σ εξήγηση:

(12) Το  $A$  είναι ένα δείγμα ατόμων  $C^{14}$  το οποίο περιείχε ποσότητα 1 mg πριν από 5.730 χρόνια.

Το  $A$  δεν εκτέθηκε σε εξωτερική ραδιοακτινοβολήση.<sup>19</sup>

Ο χρόνος ημιζωής του  $C^{14}$  είναι 5.730 χρόνια.

[r]

Το  $A$  περιέχει τώρα 0.5 mg ( $\pm$  1%) ατόμων  $C^{14}$ .

Σε αυτό το παράδειγμα, το  $r$  διαφέρει από το 1 κατά ένα απίστευτα μικρό μέγεθος, όμως δεν είναι ακριβώς ίσο με 1. Σε έναν κόσμο που δεν είναι ντετερμινιστικός, μπορούν να διατυπώνονται Ε-Σ εξηγήσεις που δεν συνιστούν απλώς ατελείς Π-Ν εξηγήσεις.

#### 1.14 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΣΧΕΣΗΣ (Σ-Σ) ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΗΓΗΣΗ

Σύμφωνα με την καθιερωμένη άποψη, οι επιστημονικές εξηγήσεις είναι επιχειρήματα: κάθε τύπος εξήγησης στον Πίνακα 1.1 αποτελεί κάποιου τύπου επιχειρήματα που πληροί ορισμένες συνθήκες. Γι' αυτόν το λόγο, μπορούμε να χαρακτηρίσουμε την καθιερωμένη άποψη ως *συναγωγική* (inferential) *αντίληψη* περί επιστημονικής εξήγησης. Λόγω ορισμένων δυσκολιών, που συνδέονται κυρίως με την Ε-Σ εξήγηση, αναπτύχθηκε ένα άλλο πρότυπο για στατιστικές εξηγήσεις επιμέρους συμβάντων. Ένα θεμελιακό χαρακτηριστικό αυτού του προτύπου είναι πως δεν εκλαμβάνει τις εξηγήσεις ως επιχειρήματα.

Μια από τις πρώτες αντιρρήσεις ενάντια στο Ε-Σ πρότυπο εξήγησης –όπως φάνηκε από το ΑΠ-6 (ψυχοθεραπεία) και από το ΑΠ-7 (η βιταμίνη C και το κοινό κρυολόγημα)– έγκειται στο ότι αυτό που αποτελεί αποφασιστικό παράγοντα στις στατιστικές εξηγήσεις είναι η στατιστική σχέση (relevance) περισσότερο παρά η υψηλή πιθανότητα. Η στατιστική σχέση συσχετίζει δύο διαφορετικές πιθανότητες. Θυμηθείτε το παράδειγμα της ψυχοθεραπείας. Ο Άρης Πέτρου ανήκει στην κατηγορία των ανθρώπων που πάσχουν από ένα νευρικό σύμπτωμα τύπου  $N$ . Σε αυτήν την κατηγορία, ανεξάρτητα από το αν κάποιος ακολουθεί την όποια αγωγή ή όχι, υπάρχει μια συγκεκριμένη πιθανότητα ανακούφισης ( $R$ ) από το σύμπτωμα. Αυτή είναι η *πρότερη πιθανότητα* ανάρρωσης: ας τη συμβολίσουμε με « $Pr(R/N)$ ». Τότε αποδίδεται μια πιθανότητα ανάρρωσης στην κατηγορία των ανθρώπων που πάσχουν από αυτό το σύμπτωμα, και οι οποίοι περνούν

<sup>19</sup> Αυτό το χαρακτηριστικό απαιτείται για να εξασφαλισθεί το ότι οι διασπάσεις έγιναν αυθόρμητα και δεν προκλήθηκαν από εξωτερική ακτινοβολήση.

από ψυχοθεραπεία ( $P$ )· αυτή μπορεί να συμβολιστεί ως « $Pr(R/N.P)$ ». Αν

$$Pr(R/N.P) > Pr(R/N)$$

τότε η ψυχοθεραπεία σχετίζεται θετικά (από άποψη αποτελεσματικότητας) με την ανάρρωση, και αν

$$Pr(R/N.P) < Pr(R/N)$$

τότε η ψυχοθεραπεία σχετίζεται αρνητικά με την ανάρρωση. Αν

$$Pr(R/N.P) = Pr(R/N)$$

τότε η ψυχοθεραπεία δεν σχετίζεται καθόλου με τη θεραπεία. Υποθέστε πως η ψυχοθεραπεία σχετίζεται θετικά με την ανάρρωση. Αν τότε κάποιος ρωτήσει γιατί ο Άρης Πέτρου, που υπέφερε από το νευρωσικό σύμπτωμα  $N$ , θεραπεύτηκε από το σύμπτωμά του, μπορούμε να του απαντήσουμε ότι αυτό συνέβη επειδή υποβλήθηκε σε ψυχοθεραπεία. Αυτό αποτελεί τουλάχιστον ένα σημαντικό μέρος της εξήγησης.

Σκεφτείτε ένα άλλο παράδειγμα. Υποθέστε πως η Ζωή Θάνου (μια Αθηναία) έπαθε ένα σοβαρό καρδιακό επεισόδιο. Θέλοντας να εξηγήσουμε γιατί συνέβη αυτό, ερευνούμε για παράγοντες που σχετίζονται με σοβαρά καρδιακά επεισόδια – για παράδειγμα, το κάπνισμα, το υψηλό επίπεδο χοληστερίνης, και το βάρος του σώματος. Αν ανακαλύψουμε πως αυτή η γυναίκα ήταν μανιώδης καπνίστρια, πως το επίπεδο της χοληστερίνης της ήταν πάνω από 300, και ότι ήταν ιδιαίτερα ευτραφής, έχουμε τουλάχιστον ένα σημαντικό μέρος της εξήγησης, αφού όλοι αυτοί οι παράγοντες παρουσιάζουν θετική σχέση με τα σοβαρά καρδιακά επεισόδια. Υπάρχουν φυσικά και άλλοι σχετικοί παράγοντες, αλλά αυτοί οι τρεις αρκούν για το σκοπό του παραδείγματος.

Περισσότερο αυστηρά, αν ρωτήσουμε γιατί αυτό το μέλος της κατηγορίας  $A$  (Αθηναίες γυναίκες) έχει το χαρακτηριστικό  $H$  (σοβαρό καρδιακό επεισόδιο), μπορούμε να πάρουμε την αρχική κατηγορία αναφοράς  $A$  και να την υποδιαιρέσουμε –ή να την διαμερίσουμε– ως προς τους παράγοντες που αναφέραμε:  $K$  (μανιώδης καπνίστρια),  $X$  (υψηλό επίπεδο χοληστερίνης),  $B$  (υπερβολικό βάρος). Έτσι θα κατασκευασθεί ένας διαμερισμός σε οκτώ υποομάδες (όπου η τελεία δείχνει σύζευξη και η κυματοειδής γραμμή δείχνει άρνηση):

|                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| $K.X.B$           | $\sim K.X.B$           |
| $K.X.\sim B$      | $\sim K.X.\sim B$      |
| $K.\sim X.B$      | $\sim K.\sim X.B$      |
| $K.\sim X.\sim B$ | $\sim K.\sim X.\sim B$ |

Μια  $\Sigma$ - $\Sigma$  εξήγηση του καρδιακού επεισοδίου της Θάνου έχει τρία μέρη:

1. Την πρότερη πιθανότητα του να συμβεί το  $H$ , δηλαδή,  $Pr(H/A)$ .
2. Τις ύστερες πιθανότητες του  $H$  ως προς την κάθε μία από τις οκτώ περι-

πτώσεις  $Pr(H/K.X.B)$ ,  $Pr(H/K.X.\sim B)$  ...  $Pr(H/\sim K.\sim X.\sim B)$ .

3. Την πρόταση ότι η Θάνου είναι μέλος της υποομάδας  $K.X.B$ .

Έχει προσυμφωνηθεί πως ο διαμερισμός της κατηγορίας αναφοράς πρέπει να γίνει ως προς όλους τους παράγοντες που σχετίζονται με τα σοβαρά καρδιακά επεισόδια, και μόνον ως προς αυτούς.

Μια εξήγηση αυτού του είδους προφανώς δεν συνιστά επιχειρήμα· αυτή δεν έχει ούτε προκειμένες ούτε συμπέρασμα. Όμως, φυσικά, αποτελείται από ένα εξηγούν και ένα εξηγητέο. Τα στοιχεία 1-3 συνιστούν το εξηγούν· το εξηγητέο είναι το καρδιακό επεισόδιο της Θάνου. Επιπλέον, δεν τίθενται καθόλου περιορισμοί στα μεγέθη των πιθανοτήτων – μπορεί αυτές να είναι υψηλές, μέσες ή χαμηλές. Το μόνο που απαιτείται είναι να διαφέρουν αυτές οι πιθανότητες μεταξύ τους κατά διάφορους τρόπους, γιατί αυτό που κυρίως ενδιαφέρει είναι η στατιστική σχέση.

Μολονότι το Σ-Σ πρότυπο επιστημονικής εξήγησης παρουσιάζει κάποιες βελτιώσεις ως προς το Ε-Σ μοντέλο, αυτό πάσχει από μια θεμελιώδη ανεπάρκεια. Επικεντρώνεται στη στατιστική σχέση και όχι στην αιτιακή σχέση. Έτσι τείνει να δημιουργήσει σύγχυση ανάμεσα σε αιτίες και συσχετίσεις. Στο παράδειγμα της βιταμίνης C, ας πούμε, έχουμε ανάγκη από ένα ελεγχόμενο πείραμα για να ανακαλύψουμε αν η μαζική λήψη δόσεων βιταμίνης C *σχετίζεται αιτιακά* με την ταχεία ανάρρωση από το κρουολόγημα. Όμως επιχειρούμε να ανακαλύψουμε αν η λήψη βιταμίνης C *σχετίζεται στατιστικά* με την ταχεία ανάρρωση, γιατί η στατιστική σχέση αποτελεί τεκμήριο για την παρουσία ή απουσία *αιτιακής σχέσης*. Η αιτιακή σχέση είναι αυτή που έχει γνήσια εξηγητική ισχύ. Η ίδια παρατήρηση ισχύει και για άλλα παραδείγματα. Στο παράδειγμα της ψυχοθεραπείας προσπαθούμε να ανακαλύψουμε αν μια τέτοια θεραπεία παρουσιάζει στατιστική σχέση με την ανακούφιση από νευρωσικά συμπτώματα με σκοπό να βρούμε αν σχετίζεται και αιτιακά. Στην περίπτωση του καρδιακού επεισοδίου, πολλές κλινικές μελέτες έχουν προσπαθήσει να βρουν στατιστικές σχέσεις ως βάση για να καθοριστεί τι σχετίζεται αιτιακά με την εμφάνιση σοβαρών καρδιακών επεισοδίων.

### 1.15 ΔΥΟ ΜΕΓΑΛΕΣ ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ

Παρακολουθήσαμε ως τώρα την ανάπτυξη της καθιερωμένης σήμερα άποψης για την επιστημονική εξήγηση, και κάποιες από τις κριτικές που της ασκήθηκαν. Η άποψη αυτή είναι πολύ περισσότερο σαγηνευτική σε ό,τι αφορά την εξήγηση νόμων παρά σε ό,τι αφορά την εξήγηση επιμέρους γεγονότων. Ένα μείζον παράδειγμα είναι η *Νευτώνεια σύνθεση*. Πριν από τον Νεύτωνα διαθέταμε μια συλλογή από ποικίλους νόμους που περιελάμβανε τους τρεις νόμους του Κέπλερ για την πλανητική κίνηση και τους νόμους του Γαλιλαίου για την πτώση

των σωμάτων, για την αδράνεια, για την κίνηση των βλημάτων και για τα εκκρεμή. Με την εισαγωγή τριών απλών νόμων για την κίνηση και ενός νόμου για τη βαρύτητα, ο Νεύτων κατόρθωσε να εξηγήσει όλους τους παραπάνω νόμους – και σε μερικές περιπτώσεις να τους διορθώσει. Επιπλέον μπόρεσε να εξηγήσει πολλές άλλες κανονικότητες, όπως τη συμπεριφορά των κομητών καθώς και αυτή των παλιρροιών. Αργότερα, η μοριακή κινητική θεωρία μάς έδωσε μια Νευτώνεια εξήγηση πολλών νόμων σχετικών με τα αέρια. Ίσως το σπουδαιότερο γνώρισμα της Νευτώνειας σύνθεσης ήταν η έκταση κατά την οποία συστηματοποίησε τη γνώση μας για τον φυσικό κόσμο υπάγοντας όλα τα είδη κανονικότητας σε έναν μικρό αριθμό πολύ απλών νόμων. Ένα άλλο θαυμάσιο ιστορικό παράδειγμα είναι η εξήγηση του φωτός με την υπαγωγή του στη θεωρία της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας του Μάξγουελ (Maxwell).

Η λέξη κλειδί πίσω από αυτά τα όμορφα ιστορικά παραδείγματα είναι η *ενοποίηση*. Ένας μεγάλος αριθμός εξειδικευμένων κανονικοτήτων ενοποιούνται σε μια θεωρία που περιλαμβάνει έναν μικρό αριθμό παραδοχών ή αξιωμάτων. Αυτό το θέμα έγινε αντικείμενο επεξεργασίας από τον Μάικλ Φρίντμαν (Michael Friedman, 1974), ο οποίος ισχυρίστηκε ότι η κατανόηση του σύμπαντος αυξάνεται όσο μειώνεται το πλήθος των ανεξάρτητων παραδοχών που χρειαζόμαστε. Θα έτεινα να προσθέσω πως αυτό το είδος συστηματικής ενοποίησης της επιστημονικής γνώσης μάς δίνει μια περιεκτική εικόνα του κόσμου ή ένα περιεκτικό κοσμοείδωλο. Αυτό, πιστεύω, αντιπροσωπεύει μια κύρια όψη της επιστημονικής εξήγησης – είναι η ιδέα ότι καταλαβαίνουμε τι γίνεται στον κόσμο γύρω μας αν μπορούμε να τον κάνουμε να ταιριάζει με ένα περιεκτικό κοσμοείδωλο. Όπως επισημαίνει ο Φρίντμαν, αυτή είναι μια *καθολική* σύλληψη της εξήγησης. Η αξία της εξήγησης έγκειται στο ότι συνταιριάζει τα πράγματα σε μια καθολική δομή, ή σε μια δομή που καλύπτει μεγάλα τμήματα του σύμπαντος.<sup>20</sup>

Ενώσω εξετάζουμε πολλές από τις κριτικές που στράφηκαν ενάντια στην καθιερωμένη άποψη, γίνεται φανερό ότι η αιτιότητα αποτελεί ένα σημαντικό σημείο επικέντρωσης αυτής της κριτικής. Ο Σκρίβεν έδωσε το παράδειγμα με τον λεκέ από μελάνι, ΑΠ-5, για να υποστηρίξει την άποψη ότι, σε πολλές περιπτώσεις, το να βρει κανείς την εξήγηση ισοδυναμεί απλώς με το να βρει τις αιτίες. Προφανώς, αυτό αποτελεί εξήγηση σε ένα επίπεδο πολύ *τοπικό*. Σύμφωνα με τον Σκρίβεν, το μόνο που χρειάζεται να κάνουμε, είναι να αποκαταστήσουμε μια σχέση μεταξύ των γεγονότων μιας εξαιρετικά περιορισμένης χωροχρονικής περιοχής, τα οποία οδήγησαν αιτιακά στο λεκέ πάνω στο χαλί. Αυτό αρκεί για να αποκτήσουμε μια επαρκή κατανόηση του συγκεκριμένου γεγονότος. Στην ίδια κατεύθυνση, ας θυμηθούμε και τα ΑΠ-1 και ΑΠ-2. Στο πρώτο αναζητήσαμε μια τοπική αιτιακή εξήγηση για το μήκος της σκιάς, ενώ στο δεύτερο θέλαμε μια αι-

<sup>20</sup> Η ενοποιητική αυτή προσέγγιση της εξήγησης έχει επεκταθεί και βελτιωθεί εντυπωσιακά από τον Φίλιπ Κίτσερ (Philip Kitcher 1976, 1981 και 1989).

τιακή εξήγηση για μια συγκεκριμένη καταίγδα. Προσεκτικά διατυπωμένες μη αιτιακές «εξηγήσεις» δεν μπορούσαν ολοφάνερα να γίνουν αποδεκτές. Επιπλέον, σε περιπτώσεις όπως το ατύχημα του Τσερνομπίλ, ή την έκρηξη του διαστημικού λεωφορείου Τσάλεντζερ, αναζητούμε αιτιακές εξηγήσεις για να προσπαθήσουμε να αποφύγουμε τέτοιες τραγωδίες στο μέλλον. Η επιστημονική εξήγηση έχει τόσο την πρακτική της όσο και την καθαρά γνωστική της αξία.

Όταν προσπαθούμε να βρούμε αιτιακές εξηγήσεις για διάφορα συμβάντα, συμβαίνει συχνά να πρέπει να αναφερθούμε σε οντότητες οι οποίες δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμες από τις αισθήσεις του ανθρώπου χωρίς υποβοήθηση. Για παράδειγμα, για να κατανοήσουμε το σύνδρομο επίκτητης ανοσολογικής ανεπάρκειας, δηλαδή το AIDS, οφείλουμε να αντιμετωπίσουμε ιούς και κύτταρα. Για να κατανοήσουμε τη μετάδοση χαρακτηριστικών από τους γονείς στους απογόνους, εμπλεκόμαστε με τη δομή του μορίου DNA. Για να εξηγήσουμε ένα μεγάλο εύρος φαινομένων συσχετιζόμενων με το ατύχημα στο Θρη Μάιλ Άιλαντ (Three Mile Island) οφείλουμε να χειρισθούμε άτομα και υποατομικά σωματίδια. Όταν προσπαθούμε να συγκροτήσουμε αιτιακές εξηγήσεις, προσπαθούμε να ανακαλύψουμε τους μηχανισμούς – συχνά κρυμμένους μηχανισμούς – που προκαλούν τα γεγονότα με τα οποία καταγινόμαστε. Η αναζήτηση αιτιακών εξηγήσεων και η συναφής προσπάθεια να φέρουμε στο φως τις κρυμμένες λειτουργίες της φύσης αντιπροσωπεύει μια δεύτερη μεγάλη παράδοση σε ό,τι αφορά την επιστημονική εξήγηση. Μπορούμε να αναφερόμαστε σε αυτήν ως την *αιτιοκρατική-μηχανιστική παράδοση* (causal-mechanical tradition).

Έχοντας αντιπαραβάλει τις δυο μεγάλες παραδόσεις, πρέπει να επιστήσουμε την προσοχή του αναγνώστη στο σημείο όπου αυτές συμβαίνει να αλληλεπικαλύπτονται. Όταν η αναζήτηση των κρυμμένων μηχανισμών είναι επιτυχής, το αποτέλεσμα είναι συχνά η ανακάλυψη ενός μικρού αριθμού βασικών μηχανισμών που υποβαστάζουν ένα ευρύ πεδίο φαινομένων. Η εξήγηση διαφορετικών φαινομένων με τη βοήθεια των ίδιων μηχανισμών συνιστά θεωρητική ενοποίηση. Για παράδειγμα, η κινητική-μοριακή θεωρία των αερίων ενοποίησε τα θερμοδυναμικά φαινόμενα με τη Νευτώνεια μηχανική του υλικού σημείου. Η ανακάλυψη της δομής διπλής έλικας του DNA, είχε ως αποτέλεσμα μια μείζονα ενοποίηση της Βιολογίας και της Χημείας.

Κάθε μια από τις δυο μεγάλες παραδόσεις αντιμετωπίζει ορισμένες θεμελιώδεις δυσκολίες. Η παράδοση της εξήγησης ως ενοποίησης – συνδεδεμένη με την καθιερωμένη άποψη – εξακολουθεί να αντιμετωπίζει το πρόβλημα που αφορά την εξήγηση των νόμων, πρόβλημα που είχε τεθεί από τους Χέμπελ και Οπενχάιμ ήδη από το 1948 και το οποίο δεν λύθηκε από τον Χέμπελ σε καμιά από τις σχετικές με την επιστημονική εξήγηση εργασίες του που ακολούθησαν. Αν οι τεχνικές λεπτομέρειες της θεωρίας του Φρίντμαν περί ενοποίησης ήταν ικανοποιητικές, η θεωρία αυτή θα έδινε μια λύση σ' αυτό το πρόβλημα. Δυστυχώς όμως, η εν λόγω θεωρία φαίνεται να συναντά σοβαρές τεχνικές δυσκολίες (βλ. Kitcher 1976 και Salmon 1989).

Η αιτιοκρατική-μηχανιστική παράδοση αντιμετωπίζει μια χρονίζουσα φιλοσοφική δυσκολία που αφορά τη φύση της αιτιότητας και που τη διατύπωσε ο Ντέιβιντ Χιουμ (David Hume) τον δέκατο όγδοο αιώνα. Το πρόβλημα –διατυπωμένο εξαιρετικά πυκνά– είναι ότι φαίνεται αδύνατο να προσδιορίσουμε την ταυτότητα της *σύνδεσης* ανάμεσα στην αιτία και το αποτέλεσμα, ή να βρούμε τη *μυστική δύναμη* διά της οποίας η αιτία προκαλεί το αποτέλεσμα. Ο Χιουμ μπορούσε να βρίσκει ορισμένες *σταθερές συζεύξεις μεταξύ γεγονότων* (constant conjunctions of events) –για παράδειγμα μεταξύ φωτιάς και ζέστης– αλλά δεν μπορούσε να βρει τη σύνδεση (connection) ανάμεσα σε αυτά τα γεγονότα. Μπορούσε να βλέπει τόσο τη χωρική γειτνίαση των γεγονότων που αναγνωρίζουμε ως αιτία και αποτέλεσμα, όσο και τη χρονική προτεραιότητα του αιτίου έναντι του αποτελέσματος –όπως, για παράδειγμα, στις συγκρούσεις των σφαιρών του μπιλιάρδου– αλλά και πάλι δεν μπορούσε να δει καμιά *αναγκαία σύνδεση*. Έτσι κατέληξε να αποδώσει τη σύνδεση στη σφαίρα της ανθρώπινης φαντασίας, δηλαδή στην ψυχολογικής υφής προσδοκία που αισθανόμαστε αναφορικά με το αποτέλεσμα, όταν παρατηρούμε την αιτία.<sup>21</sup>

Το πρόβλημα του Χιουμ ως προς την αιτιότητα είναι ένα από τα πλέον δύστροπα προβλήματα σε ολόκληρη την ιστορία της φιλοσοφίας. Ορισμένοι φιλόσοφοι της επιστήμης προσπάθησαν να διατυπώσουν μια πιο αντικειμενική και περισσότερο στέρεη αντίληψη περί αιτιότητας, αλλά καμιά από αυτές δεν κέρδισε πολύ πλατιά αποδοχή. Ένας από τους κύριους λόγους για τους οποίους η καθιερωμένη άποψη υπήρξε επιφυλακτική στο να ενσωματώσει θέματα αιτιότητας στην ανάλυση της επιστημονικής εξήγησης, ήταν ένα οξύ αίσθημα ανησυχίας απέναντι στο πρόβλημα του Χιουμ. Μια από τις αδυναμίες της αιτιακής άποψης, όπως αντιμετωπίζεται από πολλούς φιλοσόφους που την ασπάζονται, είναι η απουσία οποιασδήποτε ικανοποιητικής θεωρίας περί αιτιότητας.<sup>22</sup>

## 1.16 ΠΡΑΓΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΞΗΓΗΣΗΣ

Όπως παρατηρήσαμε στην παράγραφο 1.4, ο όρος «εξήγηση» κάποτε αναφέρεται σε γλωσσικές οντότητες –δηλαδή σε συλλογές προτάσεων που δηλώνουν γεγονότα– και άλλοτε σε μη γλωσσικές οντότητες – δηλαδή σ' αυτά τα ίδια τα γεγονότα. Όταν σκεφτόμαστε το ζήτημα από τη σκοπιά της ανθρώπινης δραστηριότητας όπου κάποιος εξηγεί κάτι σε έναν άλλον άνθρωπο ή σε μια ομάδα ανθρώπων, έχουμε να κάνουμε με γλωσσική συμπεριφορά. Το να εξηγεί κανείς κάτι σε κάποιον περιλαμβάνει την εκφορά ή τη γραφή προτάσεων. Σε αυτή την πα-

<sup>21</sup> Η ανάλυση του Χιουμ για την αιτιότητα εξετάζεται με περισσότερες λεπτομέρειες στο Κεφάλαιο 2, Μέρος II.

<sup>22</sup> Έχω προσπαθήσει να πραγματοποιήσω κάποια πρόοδο σε αυτή την κατεύθυνση στο Salmon (1984, κεφάλαια 5-7).

πάραφο θα δούμε ορισμένες όψεις αυτής της *εξηγητικής διαδικασίας*. Μέχρις εδώ, στο παρόν κεφάλαιο ασχοληθήκαμε κυρίως με το *προϊόν* που προκύπτει από αυτήν τη δραστηριότητα, δηλαδή την εξήγηση που παρείχε η εξηγητική διαδικασία.

Όταν οι φιλόσοφοι εξετάζουν τη γλώσσα, χωρίζουν συνήθως τη μελέτη της σε τρία μέρη: σύνταξη, σημασιολογία, και πραγματολογική ανάλυση. Η σύνταξη ασχολείται μόνο με σχέσεις μεταξύ συμβόλων, χωρίς αναφορά στα νοήματα των συμβόλων ή στους ανθρώπους που τα χρησιμοποιούν. Χοντρικά, η σύνταξη είναι καθαρή γραμματική· ασχολείται μόνο με τις συμβάσεις που ορίζουν τους συνδυασμούς και το χειρισμό συμβόλων. Η σημασιολογία ασχολείται με τις σχέσεις μεταξύ των συμβόλων και των πραγμάτων στα οποία αυτά τα σύμβολα αναφέρονται. Το νόημα και η αλήθεια είναι οι κυριότερες έννοιες της σημασιολογίας. Η πραγματολογική ανάλυση ασχολείται με τις σχέσεις μεταξύ των συμβόλων, με αυτό στο οποίο αναφέρονται, καθώς και με τους χρήστες της γλώσσας και τις μεταξύ τους σχέσεις. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη συζήτησή μας παρουσιάζει η εξέταση του πλαισίου μέσα στο οποίο χρησιμοποιείται η γλώσσα.

Η εργασία των Χέμπελ και Οπενχάιμ του 1948 προσέφερε μια εξαιρετικά τυποποιημένη περιγραφή των Π-Ν εξηγήσεων για επιμέρους γεγονότα, και περιέγραψε αυτού του είδους τις εξηγήσεις αποκλειστικά με συντακτικούς και σημασιολογικούς όρους. Πραγματολογικά ζητήματα δεν αντιμετωπίστηκαν. Οι χαρακτηρισμοί άλλων τύπων εξηγήσεων που πρότεινε αργότερα ο Χέμπελ αποδόθηκαν κατά κύριο λόγο με συντακτικούς και σημασιολογικούς όρους, μολονότι οι Ε-Σ εξηγήσεις παρουσίαζαν, όπως παρατηρήσαμε, εξάρτηση από τις περιστάσεις. Οι περιστάσεις της γνώσης αποτελούν όψεις των πλαισίων μέσα στα οποία επιζητούνται και δίνονται οι εξηγήσεις. Τα πλαίσια αυτά έχουν και άλλες επιπλέον όψεις.

Ένας καλός τρόπος να εξετάσουμε τις πραγματολογικές διαστάσεις της εξήγησης είναι να ξεκινήσουμε από το ερώτημα μέσω του οποίου επιζητείται μια εξήγηση. Στην παράγραφο 1.3 ασχοληθήκαμε ακροθιγώς με το ζήτημα. Παρατηρήσαμε ότι πολλές εξηγήσεις, αν όχι όλες, μπορούν να επιζητηθούν σωστά μέσω *ερωτήσεων του τύπου «γιατί;» που επιζητούν εξήγηση*. Σε πολλές περιπτώσεις, το πρώτο πραγματολογικό βήμα είναι η διασάφηση της ερώτησης: συχνά, η ερμηνεία της πρότασης που διατυπώνεται από αυτόν που ρωτά εξαρτάται από στοιχεία που χαρακτηρίζουν το πλαίσιο εκφοράς της. Όπως έχει δείξει ο Μπας φαν Φράασεν (Bas van Fraassen), ο οποίος έχει συνεισφέρει πολλά στη μελέτη της πραγματολογικής ανάλυσης της εξήγησης, η έμφαση με την οποία κάποιος ομιλητής θέτει μια ερώτηση μπορεί να παίζει αποφασιστικό ρόλο στον επακριβή καθορισμό του ποια ακριβώς είναι η ερώτηση. Για να το διευκρινίσει, ο ίδιος ανατρέπει στη Βιβλική ιστορία του Κήπου της Εδέμ. Αναλογιστείτε τις ακόλουθες τρεις ερωτήσεις:

- (i) Γιατί ο Αδάμ έφαγε το μήλο;
- (ii) Γιατί ο Αδάμ έφαγε το μήλο;



(iii) Γιατί ο Αδάμ *έφαγε* το μήλο;

Παρόλο που οι λέξεις είναι οι ίδιες –και με την ίδια σειρά– σε κάθε μια από τις τρεις παραπάνω ερωτήσεις, τίθενται τρία διαφορετικά ερωτήματα. Αυτό μπορεί να διαφανεί αν φέρουμε στο νου μας αυτό που ο Μπας φαν Φράσεν ονομάζει *σύνολο αντιπαραβολής* (contrast class). Η πρόταση (i) ρωτά γιατί ο Αδάμ *έφαγε* το μήλο αντί για ένα αχλάδι, μια μπανάνα ή ένα ρόδι. Η πρόταση (ii) ρωτά γιατί είναι ο Αδάμ, αντί η Εύα, ο όφισ ή μια κατσικά, που *έφαγε* το μήλο. Η πρόταση (iii) ρωτά γιατί ο Αδάμ *έφαγε* το μήλο αντί να το πετάξει μακριά, να ταΐσει μ' αυτό μια κατσικά ή να το κρύψει κάπου. Μέχρι να ξεκαθαρίσουμε ποια ερώτηση διατυπώνεται, πολύ δύσκολα μπορούμε να περιμένουμε ότι θα αποκομίσουμε κατάλληλες απαντήσεις.

Ένα ακόμα πραγματολογικό χαρακτηριστικό της εξήγησης αφορά τη γνώση και τη διανοητική ικανότητα εκείνου του ατόμου ή εκείνης της ομάδας που επιζητά την εξήγηση. Συνήθως δεν έχει νόημα το να συμπεριλάβουμε στην εξήγηση πράγματα που είναι προφανή για όλους τους ενδιαφερόμενους. Επιστρέφοντας στο (3) –το κύριο παράδειγμα Π-Ν εξήγησης ενός επιμέρους γεγονότος– κάποιος που επιζητά μια εξήγηση της ξαφνικής εντυπωσιακής αύξησης του ρυθμού περιστροφής της αθλήτριας της καλλιτεχνικής παγοδρομίας μπορεί να είναι πλήρως ενήμερος του γεγονότος ότι εκείνη τράβηξε τα χέρια της κοντά στο σώμα της, αλλά να μην είναι καθόλου εξοικειωμένος με το νόμο διατήρησης της εντυπωσιακής αύξησης στροφορμής. Για αυτόν τον ερωτώντα, απαιτείται η γνώση του νόμου της διατήρησης της στροφορμής προκειμένου να κατανοήσει το εξηγητέο γεγονός. Κάποιος άλλος μπορεί να είναι πλήρως ενήμερος σχετικά με το νόμο διατήρησης της στροφορμής, αλλά να μην πρόσεξε το τι έκανε η αθλήτρια με τα χέρια της. Αυτός πρέπει να πληροφορηθεί για την ιδιαίτερη κίνηση των χεριών της. Κάποιος άλλος, ακόμα, μπορεί να πρόσεξε την κίνηση των χεριών της αθλήτριας, και μπορεί να είναι ενήμερος για το νόμο διατήρησης της στροφορμής, αλλά να μην έχει συνειδητοποιήσει ότι αυτός ο νόμος εφαρμόζεται στην κίνηση της αθλήτριας. Σ' αυτόν πρέπει να υποδειχθεί το πώς να εφαρμόσει το νόμο στη συγκεκριμένη περίπτωση.

Από την άλλη, δεν έχει κανένα νόημα το να συμπεριλάβει κανείς στην εξήγηση υλικό το οποίο υπερβαίνει την ικανότητα αντίληψης του ακροατή. Για τα περισσότερα από τα παιδιά του σχολείου, για παράδειγμα, μια εξήγηση της σκοτεινότητας του ουρανού που κάνει αναφορά στη μη Ευκλείδεια δομή του χώρου ή στη μέση ελεύθερη διαδρομή των φωτονίων θα ήταν ακατάλληλη. Πολλές από τις εξηγήσεις που συναντάμε σε πραγματικές συνθήκες στη ζωή μας είναι ανεπαρκείς λόγω της λανθασμένης άποψης που έχει αυτός που εξηγεί σχετικά με το τι γνωρίζει το ακροατήριό του.

Ένα ακόμα πραγματολογικό ζήτημα αφορά τα ενδιαφέροντα του ακροατήριου. Ένας επιστήμονας που δίνει μια εξήγηση για ένα σοβαρό ατύχημα σε μια εξεταστική επιτροπή της Βουλής ίσως πει στα μέλη της επιτροπής πολύ περισ-

σότερες επιστημονικές λεπτομέρειες από όσες αυτά θέλουν να γνωρίζουν. Όταν μια επιτροπή θέλει να μάθει γιατί έπεσε ένα αεροπλάνο, θα την ενδιέφερε μεν να μάθει ότι η αιτία ήταν η συσσώρευση πάγου στα φτερά, αλλά θα έπληττε αφάνταστα με την επιστημονική αιτιολόγηση του γιατί η συσσώρευση πάγου προκαλεί την πτώση των αεροπλάνων.

Ο Πίτερ Ράιλτον (Peter Railton, 1981) πρότεινε μια διάκριση που βοηθά σημαντικά την κατανόηση του ρόλου των πραγματολογικών στοιχείων στην εξήγηση. Πρώτα εισάγει την έννοια του *ιδανικού εξηγητικού κειμένου* (ideal explanatory text). Ένα ιδανικό εξηγητικό κείμενο περιέχει *όλα* τα γεγονότα και *όλους* του νόμους που είναι σχετικοί με το εξηγητέο γεγονός. Περιγράφει λεπτομερώς όλες τις αιτιακές συνδέσεις μεταξύ αυτών των γεγονότων, και όλους τους κρυμμένους μηχανισμούς. Στις περισσότερες περιπτώσεις το ιδανικό εξηγητικό κείμενο είναι πελώριο και εξαιρετικά σύνθετο. Φανταστείτε, για παράδειγμα, την εξήγηση ενός αυτοκινητιστικού δυστυχήματος. Οι *πλήρεις* λεπτομέρειες στοιχείων όπως η συμπεριφορά των δυο οδηγών, η μηχανική λειτουργία των δυο αυτοκινήτων, η κατάσταση του οδοστρώματος, η βρομιά πάνω στους δυο ανεμοθραύστες και ο καιρός θα ήταν απίστευτα σύνθετες. Όμως αυτό δεν αποτελεί πραγματικό πρόβλημα, αφού το ιδανικό εξηγητικό κείμενο δίδεται σπάνια, αν όχι ποτέ, με όλες τις λεπτομέρειες. Αυτό που έχει σημασία είναι το να υπάρχει η δυνατότητα να φωτίζονται τμήματα του ιδανικού κειμένου έτσι όπως αυτά ζητούνται ή χρειάζονται. Όταν παρέχουμε τη γνώση που χρειάζεται για να συμπληρωθούν κάποιες πλευρές του ιδανικού κειμένου, τότε παρέχουμε *εξηγητικές πληροφορίες*.

Το να επιζητούμε μια επιστημονική εξήγηση ενός δεδομένου γεγονότος είναι σχεδόν πάντοτε –αν όχι κυριολεκτικά πάντα– το να επιζητούμε, όχι ένα ιδανικό εξηγητικό κείμενο, αλλά εξηγητικές πληροφορίες. Το ιδανικό κείμενο περιέχει όλα τα γεγονότα και όλους τους νόμους που άπτονται του εξηγητέου γεγονότος. Αυτά αποτελούν τις εντελώς αντικειμενικές και μη πραγματολογικές όψεις της εξήγησης. Για να θεωρηθούν οι εξηγητικές πληροφορίες νόμιμες, πρέπει να αντιστοιχούν στα αντικειμενικά χαρακτηριστικά του ιδανικού κειμένου. Το ιδανικό κείμενο καθορίζει τι είναι *σχετικό* με το εξηγητέο γεγονός. Από τη στιγμή, ωστόσο, που δεν είμαστε σε θέση, αλλά ούτε και θέλουμε, να παράσχουμε το ιδανικό κείμενο στην ολότητά του, πρέπει να κάνουμε μια επιλογή της πληροφορίας που πρόκειται να παρασχεθεί. Τούτο εξαρτάται από τη γνώση και τα ενδιαφέροντα τόσο εκείνων που επιζητούν όσο και εκείνων που παρέχουν τις εξηγήσεις. Η πληροφορία που ικανοποιεί την αίτηση για εξήγηση, από τη σκοπιά των ενδιαφερόντων και της γνώσης του ακροατηρίου, συνιστά *εξέχουσα* πληροφορία. Η πραγματολογική ανάλυση της εξήγησης προσδιορίζει το τι *προέχει* – δηλαδή το ποιες όψεις του ιδανικού εξηγητικού κειμένου είναι κατάλληλες για μια εξήγηση σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο.

## 1.17 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Πριν από αρκετά χρόνια, ένας φίλος και συνάδελφος –τον οποίο θα ονομάσω ο φιλικός φυσικός– καθόταν σ' ένα αεριωθούμενο αεροπλάνο περιμένοντας την απογείωση. Ακριβώς απέναντί του στο διάδρομο ήταν ένα αγόρι που κρατούσε από μια κλωστή ένα μπαλόνι γεμισμένο με ήλιο. Προσπαθώντας να κεντρίσει την περιέργεια του παιδιού, ο φιλικός φυσικός το ρώτησε τι νόμιζε ότι θα έκανε το μπαλόνι όταν το αεροπλάνο θα επιτάχυνε για να απογειωθεί. Αφού σκέφτηκε λίγο, το παιδί είπε πως το μπαλόνι θα πήγαινε προς το πίσω μέρος του αεροπλάνου. Ο φιλικός φυσικός απάντησε ότι ο ίδιος νόμιζε πως το μπαλόνι θα πήγαινε προς το εμπρός μέρος του θαλάμου. Αρκετοί ενήλικες από τα γύρω καθίσματα άρχισαν να δείχνουν ενδιαφέρον για τη συζήτηση, και επέμεναν ότι ο φιλικός φυσικός δεν είχε δίκιο. Ένας ιπτάμενος φροντιστής προσφέρθηκε να στοιχηματίσει ένα μικρό μπουκάλι ουίσκι ότι ο φυσικός έκανε λάθος – στοιχείο που ο τελευταίος αποδέχθηκε με προθυμία. Μετά από λίγο το αεροπλάνο επιτάχυνε, το μπαλόνι κινήθηκε προς τα εμπρός, και ο φιλικός φυσικός απόλαυσε ένα ποτό δωρεάν.<sup>23</sup>

Γιατί το μπαλόνι κινήθηκε προς το εμπρός μέρος του θαλάμου; Δυο εξηγήσεις είναι δυνατόν να δοθούν για το φαινόμενο, και οι δυο είναι σωστές. Πρώτα, μπορεί κάποιος να πει μια ιστορία για τη συμπεριφορά των μορίων που αποτελούν τον αέρα μέσα στο θάλαμο, εξηγώντας πώς το πίσω τοίχωμα συγκρούστηκε με τα κοντινά σ' αυτό μόρια όταν άρχισε η προς τα εμπρός κίνηση, δημιουργώντας έτσι μια βαθμίδα πίεσης με κατεύθυνση ελάττωσης της πίεσης από το πίσω προς το εμπρός μέρος του θαλάμου. Αυτή η βαθμίδα πίεσης προκάλεσε μια μη εξισορροπούμενη δύναμη από την πίσω προς την εμπρός πλευρά του μπαλονιού, με αποτέλεσμα την προς τα εμπρός κίνηση του μπαλονιού.<sup>24</sup> Έπειτα, μπορεί κανείς να παραθέσει μια εξαιρετικά γενική φυσική αρχή –την αρχή της ισοδυναμίας του Αϊνστάιν (Einstein)– σύμφωνα με την οποία, μια επιτάχυνση είναι από φυσική άποψη ισοδύναμη, για εκείνους που βρίσκονται στο θάλαμο, προς ένα βαρυτικό πεδίο. Εφόσον τα μπαλόνια που είναι γεμισμένα με ήλιο τείνουν να ανυψώνονται μέσα στο βαρυτικό πεδίο της γης, τότε αυτά θα κινηθούν προς τα εμπρός όταν το αεροπλάνο επιταχύνει, αντιδρώντας με τον τρόπο αυτό όπως ακριβώς θα αντιδρούσαν αν ένα αντικείμενο μεγάλης μάζας τοποθετούνταν ξαφνικά πίσω από το πίσω τοίχωμα του θαλάμου.

Η πρώτη από αυτές τις εξηγήσεις είναι αιτιοκρατική-μηχανιστική. Κάνει αναφορά σε μη παρατηρήσιμες οντότητες, περιγράφοντας τις αιτιακές διαδικασίες και τις αιτιακές αλληλεπιδράσεις που ενέχονται στο εξηγητέο φαινόμενο.

<sup>23</sup> Αυτή η μικρή ιστορία δημοσιεύθηκε στο Salmon (1980). Σ' εκείνο το άρθρο δεν έδωσα κάποια εξήγηση για το φαινόμενο.

<sup>24</sup> Αντικείμενα που είναι πυκνότερα από τον αέρα δεν κινούνται προς το εμπρός μέρος του θαλάμου, γιατί η διαφορά πίεσης δεν είναι επαρκής για να υπερκεράσει την αδράνειά τους.

Αφού γνωρίσουμε αυτά τα εξηγητικά γεγονότα, κατανοούμε το πώς προκλήθηκε το φαινόμενο. Αυτό είναι το είδος εξήγησης που ταιριάζει στις προτιμήσεις των υποστηρικτών της αιτιο-μηχανικής παράδοσης. Η δεύτερη εξήγηση αποτελεί παράδειγμα της ενοποιητικής προσέγγισης. Προσφεύγοντας σε μια εξαιρετικά γενική φυσική αρχή, δείχνει πώς αυτό το περίεργο μικρό συμβάν εντάσσεται μέσα στο καθολικό πλαίσιο των πραγμάτων. Δεν κάνει αναφορά σε λεπτομερειακούς μηχανισμούς. Αυτή η εξήγηση παρέχει ένα διαφορετικό είδος κατανόησης του ίδιου γεγονότος.

Ποια από τις δυο αυτές εξηγήσεις είναι η σωστή; Και οι δυο είναι. Και οι δυο είναι ενσωματωμένες στο ιδανικό εξηγητικό κείμενο. Κάθε μια μας προσφέρει πολύτιμες εξηγητικές πληροφορίες. Θα ήταν σοβαρό λάθος να θεωρήσουμε ότι κάθε φαινόμενο έχει μόνο μία εξήγηση. Είναι λάθος, πιστεύω, να ζητήσουμε την εξήγηση ενός συμβάντος. Κάθε μια από τις παραπάνω εξηγήσεις παρέχει ένα είδος επιστημονικής κατανόησης. Πραγματολογικά ζητήματα μπορεί να υπαγορεύσουν την επιλογή της μιας ή της άλλης μέσα σε ένα δεδομένο πλαίσιο. Για παράδειγμα, η εξήγηση από τη σκοπιά της αρχής της ισοδυναμίας δεν θα ταίριαζε στην περίπτωση ενός δεκάχρονου παιδιού. Η ίδια εξήγηση ίσως να ήταν η ενδεδειγμένη σε ένα προπτυχιακό πρόγραμμα Φυσικής. Όμως και οι δυο είναι bona fide εξηγήσεις.

Όπως είδαμε στην Παράγραφο 1.10, η εργασία των Χέμπελ και Οπενχάιμ του 1948 δεν τράβηξε το ενδιαφέρον κανενός επί μία περίπου δεκαετία από τη δημοσίευσή της. Γύρω στα 1959 έγινε η εστία μιας έντονης διαμάχης, μεγάλο μέρος της οποίας πήγαζε από όσους έβλεπαν την αιτιότητα ως κεντρικό θέμα της επιστημονικής εξήγησης. Στα τριάντα χρόνια που ακολούθησαν, γίναμε μάρτυρες μιας έντονης αντιπαράθεσης ανάμεσα στους υπερασπιστές της καθιερωμένης άποψης από τη μια, και σε εκείνους που πρεσβεύουν την αιτιακή εξήγηση από τη άλλη. Κάθε μια από τις δυο κύριες προσεγγίσεις αναπτύχθηκε εντυπωσιακά στη διάρκεια αυτής της περιόδου. Και οι δύο αναπτύχθηκαν τόσο ώστε να μπορούν να συνυπάρχουν ειρηνικά ως δύο διακριτές όψεις της επιστημονικής εξήγησης. Η επιστημονική κατανόηση είναι, εν τέλει, μια πολυσύνθετη υπόθεση και δεν πρέπει να νιώσουμε έκπληξη ανακαλύπτοντας ότι έχει πολλές διαφορετικές όψεις. Η αποκάλυψη μηχανισμών που δρουν κάτω από την επιφάνεια των φαινομένων και η ενσωμάτωση φαινομένων μέσα σε περιεκτικές εικόνες του κόσμου φαίνεται να συνιστούν δύο σημαντικές όψεις. Επιπλέον, όπως σημειώθηκε πιο πάνω, πρέπει να θυμόμαστε ότι αυτοί οι δύο τύποι κατανόησης συχνά αλληλεπικαλύπτονται. Όταν διαπιστώνουμε πως ίδιοι μηχανισμοί ευθύνονται για φυσικά φαινόμενα διαφορετικού τύπου έχουμε ipso facto θεωρητική ενοποίηση.

Μόνον επί μιας βασικής θέσεως υπάρχει σχεδόν πλήρης ομοφωνία. Θυμηθείτε ότι στις πρώτες δεκαετίες του εικοστού αιώνα πολλοί επιστήμονες και φιλόσοφοι αρνούσαν πως υπήρχε κάτι σαν την επιστημονική εξήγηση. Εξήγηση μπορεί να υπάρξει, σύμφωνα με αυτή την άποψη, μόνον στο βασιλείο της Θεολογίας και της Μεταφυσικής. Προς το παρόν φαίνεται να ομοφωνούν σχεδόν

όλοι ότι, ανεξάρτητα από το πώς θα την ερμηνεύσουμε, η επιστημονική εξήγηση υπάρχει. Η επιστήμη *μπορεί* να παρέχει τη βαθιά κατανόηση του κόσμου. Δεν χρειάζεται να προσφύγουμε σε υπερφυσικές δυνάμεις για να επιτύχουμε την κατανόηση. Το ίδιο σημαντικό είναι να αντιπαρατάξουμε τις αντικειμενικές εξηγήσεις της σύγχρονης επιστήμης στην ψευδοκατανόηση που προσφέρουν ολοφάνερα μη επιστημονικές προσεγγίσεις, όπως αυτές της αστρολογίας, της «επιστήμης» της δημιουργίας, και της σαϊεντολογίας (scientology). Αυτά είναι πράγματα που αξίζει να θυμόμαστε σε μια εποχή που η ψευδοεπιστήμη οργιάζει.

### ΘΕΜΑΤΑ ΠΡΟΣ ΣΥΖΗΤΗΣΗΝ

1. Πρέπει κάθε εξήγηση να περιέχει ένα νόμο της φύσης; Σύμφωνα με τους φιλοσόφους που υποστηρίζουν την «καθιερωμένη άποψη», η απάντηση είναι καταφατική. Άλλοι φιλόσοφοι έχουν τοποθετηθεί αρνητικά. Συζητήστε, προσεγγίζοντάς τα με κριτικό τρόπο, τα επιχειρήματα υπέρ και κατά. Δώστε τη δική σας απάντηση, υποστηρίζοντάς την με επιχειρήματα.
2. Υπάρχουν επαγωγικές ή στατιστικές εξηγήσεις επιμέρους γεγονότων; Στην κλασική εργασία τους του 1948, οι Χέμπελ και Οπενχάιμ λένε ότι υπάρχουν τέτοιες εξηγήσεις, αλλά δεν μας προσφέρουν καμιάν ανάλυση της φύσης τους. Οι προσπάθειες που ακολούθησαν για την επεξεργασία των λεπτομερειών προσέκρουσαν σε πολλές δυσκολίες. Συζητήστε αυτά τα προβλήματα και πείτε αν νομίζετε πως είναι ανυπέρβλητα. Δώστε τα δικά σας επιχειρήματα.
3. Σύμφωνα με τη θέση περί συμμετρίας εξήγησης-πρόβλεψης, κάθε ικανοποιητική επιστημονική εξήγηση θα μπορούσε (σε κάποιο κατάλληλο πλαίσιο) να λειτουργήσει και ως επιστημονική πρόβλεψη, και κάθε επιστημονική πρόβλεψη θα μπορούσε (σε κάποιο κατάλληλο πλαίσιο) να λειτουργήσει και ως επιστημονική εξήγηση. Συζητήστε προσεγγίζοντάς τα με κριτικό τρόπο και τα δυο μέρη της θέσης περί συμμετρίας. Δώστε τα δικά σας επιχειρήματα για την αποδοχή ή την απόρριψη κάθε μέρους.
4. Υπάρχουν θεμελιώδεις διαφορές μεταξύ των εξηγήσεων στις φυσικές επιστήμες και των εξηγήσεων στις κοινωνικές επιστήμες; (Διαβάστε το Κεφάλαιο της Μέριλι Σάλμον για τη φιλοσοφία των κοινωνικών επιστημών.) Υπάρχουν βασικές διαφορές μεταξύ της ανθρώπινης συμπεριφοράς και της συμπεριφοράς άλλων ειδών φυσικών αντικειμένων που να καθιστούν το ένα είδος πιο πρόσφορο, από πλευράς εξήγησης, από το άλλο; Είναι δυνατή η εξήγηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, στο μέτρο που η τελευταία σχετίζεται με συνειδητή σκέψη και ελεύθερη επιλογή; Συζητήστε το με τρόπο κριτικό.
5. Στο παρόν κεφάλαιο θεωρήσαμε ότι η πρόταση «Καμιά χρυσή σφαίρα δεν έχει μάζα μεγαλύτερη από 100.000 χιλιόγραμμα» δεν αποτελεί νομοειδή πρό-

ταση, ενώ η πρόταση «Καμιά σφαίρα εμπλουτισμένου ουρανίου δεν έχει μάζα μεγαλύτερη από 100.000 χιλιόγραμμα» αποτελεί νομοειδή πρόταση. Συζητήστε τη διάκριση μεταξύ νομοειδών και συμπτωματικών γενικεύσεων. Εξηγήστε όσο το δυνατόν καθαρότερα γιατί η μία είναι νομοειδής και η άλλη δεν είναι.

6. Συζητήστε το ρόλο της αιτιότητας στην επιστημονική εξήγηση. Κάνουν όλες οι νόμιμες επιστημονικές εξηγήσεις αναφορά σε αιτιακές σχέσεις; Είναι η αιτιότητα ουσιαστικά άσχετη με την επιστημονική εξήγηση; Είναι κάποιες καλές εξηγήσεις αιτιακές και κάποιες άλλες όχι; Συζητήστε το κριτικά.
7. Διαλέξτε ένα πραγματικό παράδειγμα επιστημονικής εξήγησης από ένα περιοδικό όπως τα *Scientific American*, *Science*, *Nature*, *Scientist*, ή από κάποιο διδακτικό εγχειρίδιο που χρησιμοποιήσατε σε ένα επιστημονικό μάθημα. Δώστε μια σύντομη περιλήψη αυτής της εξήγησης, και αναλύστε την με βάση τα μοντέλα (όπως Π-Ν, Ε-Σ, Π-Σ, Σ-Σ) και τις έννοιες (όπως επικαλύπτων νόμος, αιτιοκρατικός αιτιο-μηχανικός, ενοποίηση κλπ.) που εξετάσαμε στο παρόν κεφάλαιο. Αξιολογήστε την εξήγηση με βάση αυτά τα μοντέλα και αυτές τις έννοιες.
8. Στην παράγραφο 1.9 διατυπώθηκε ο ισχυρισμός ότι η πρόταση

(i) Όλα τα αέρια που βρίσκονται κλεισμένα μέσα σε δοχεία σταθερού όγκου, ασκούν μεγαλύτερη πίεση όταν θερμανθούν,

είναι μια γενική πρόταση, ενώ η πρόταση

(v) Όλες οι εργασίες της καθαθοποιίας των Απάτσι γίνονται από τις γυναίκες

δεν είναι εντελώς γενική, επειδή αναφέρεται ειδικά σε μία επιμέρους ομάδα ανθρώπων. Ωστόσο μπορεί να εγερθεί η ένσταση ότι η (i) αναφέρεται σε φυσικά αντικείμενα ενός ειδικού τύπου, δηλαδή αέρια μέσα σε κλειστά δοχεία, και άρα δεν είναι ούτε αυτή απόλυτα γενική. Επιπλέον, η (v) είναι μια γενική πρόταση για τους Απάτσι. Συζητήστε αυτήν την ένσταση. Υπόδειξη: Η πρόταση (i) μπορεί να διατυπωθεί ως εξής: «Αν κάτι είναι αέριο και βρίσκεται μέσα σε ένα κλειστό δοχείο που θερμαίνεται, τότε θα διασταλεί». Αλλά και η πρόταση (v) μπορεί να επαναδιατυπωθεί ως εξής: «Αν κάτι είναι ένα καλάθι των Απάτσι, τότε έχει φτιαχτεί από γυναίκα». Υπάρχει κάποια θεμελιώδης λογική διαφορά ανάμεσα στις δύο προτάσεις όπως επαναδιατυπώθηκαν;

## ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- FRIEDMAN, MICHAEL (1974), "Explanation and Scientific Understanding", στο *Journal of Philosophy* 71: 5-19. Ανατυπωμένο στο Pitt (1988). Αυτή είναι η πρωτότυπη διατύπωση την ενοποιητικής προσέγγισης της επιστημονικής εξήγησης. Μολονότι προς το τέλος υπάρχουν μερικά σύντομα, ιδιαίτερα τεχνικά, μέρη, το άρθρο περιέχει μια ενδιαφέρουσα γενική παρουσίαση των βασικών ζητημάτων.
- HEMPEL, CARL G. (1942), "The Function of General Laws in History", *Journal of Philosophy* 39: 35-48. Ανατυπωμένο στο Hempel (1965β). Πρόκειται για την πρωτότυπη εργασία του Χέμπελ για την εξήγηση στην ιστορία.
- (1959), "The Logic of Functional Analysis", στο Llewellyn Gross (επιμ.), *Symposium on Sociological Theory*, New York: Harper & Row, σελ. 271-307. Ανατυπωμένο στο Hempel (1965β). Πρόκειται για την πρωτότυπη εργασία του Χέμπελ για τη λειτουργιστική (functional) εξήγηση.
- (1962), "Explanation in Science and in History", στο Robert G. Colodny (επιμ.), *Frontiers of Science and Philosophy*, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, σελ. 7-33. Μια διαφωτιστική και ευκολοδιάβαστη σύντομη παρουσίαση των βασικών απόψεων του Χέμπελ.
- (1965α), "Aspects of Scientific Explanation", στο Hempel (1965β), σελ. 331-496. Επιβλητική περιεκτική μονογραφία του Χέμπελ για την επιστημονική εξήγηση.
- (1965β), *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*, New York: The Free Press, Το 4ο Μέρος περιέχει τέσσερα κλασικά άρθρα για την επιστημονική εξήγηση.
- (1966), *Philosophy of Natural Science*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. Τα Κεφάλαια 5-8 προσφέρουν μια εξαιρετικά στοιχειώδη και πολύ ευκολοδιάβαστη εισαγωγή στις απόψεις του Χέμπελ.
- HEMPEL, CARL G. and PAUL OPPENHEIM (1948), "Studies in the Logic of Explanation", *Philosophy of Science* 15: 135-175. Ανατυπωμένο στα Hempel (1965β) και Pitt (1988). Αυτή είναι η σύγχρονη κλασική εκδοχή για την επιστημονική εξήγηση. Το 1ο και το 3ο μέρος είναι ιδιαίτερα σημαντικά.
- HUMPHREYS, PAUL (1981), "Aleatory Explanation". *Synthese* 48: 225-232. Εισαγωγική περιγραφή μιας νέας προσέγγισης της στατιστικής περιγραφής.
- JEFFREY, RICHARD C. (1969), "Statistical Explanation vs. Statistical Inference", στο Nicholas Rescher (επιμ.), *Essays in Honor of Carl G. Hempel*, Dordrecht: Reidel, σελ. 104-113. Ανατυπωμένο στο Wesley Salmon and others (1970), *Statistical Explanation and Statistical Relevance*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press. Αυτό το φιλοσοφικό κόσμημα θέτει ρητά την ερώτηση αν οι εξηγήσεις αποτελούν επιχειρήματα.
- PITT, JOSEPH C (επιμ.) (1988), *Theories of Explanation*, New York: Oxford University Press. Μια ανθολογία που περιέχει αρκετά σημαντικά άρθρα.

- RAILTON, PETER (1981), "Probability, Explanation and Information", *Synthese* 48: 233-256. Μια σαφής και προσεκτική εισαγωγή στη μηχανιστική προσέγγιση της πιθανοκρατικής εξήγησης.
- SALMON, WESLEY C. (1987), "Why Ask, «Why?» - An Inquiry Concerning Explanation", *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association* 51: 683-705. Μια εισαγωγή στην εξήγηση με αναφορά σε μη παρατηρήσιμες οντότητες.
- (1982), "Comets, Pollen, and Dreams: Some Reflections on Scientific Explanation", στο Robert McLaughlin (επιμ.), *What? Where? When? Why?* Dordrecht: Reidel, σελ. 155-178. Εκλαϊκευμένη παρουσίαση κάποιων βασικών ζητημάτων σχετικά με την επιστημονική εξήγηση.
- (1990), *Four Decades of Scientific Explanation*, Minneapolis: University of Minnesota Press. Μια ιστορική ανασκόπηση των φιλοσοφικών εξελίξεων από την κλασική εργασία των Χέμπελ και Οπενχάιμ (του 1948) και μετά.
- SCRIVEN, MICHAEL (1959), "Explanation and Prediction in Evolutionary Theory", *Science* 130: 477-482. Μια πρώτη ισχυρή αμφισβήτηση της άποψης του Χέμπελ.
- (1962), "Explanations Predictions and Laws", στο Herbert Feigl and Grover Maxwell (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*. Vol. 3, *Scientific Explanation, Space and Time*, Minneapolis: University of Minnesota Press, σελ. 170-230. Άλλη μια ισχυρή επίθεση εναντίον της καθερωμένης άποψης για την επιστημονική εξήγηση.
- VAN FRAASSEN, BAS C. (1980), *The Scientific Image*, Oxford: Clarendon Press. Το 5ο Κεφάλαιο αποτελεί μια σπουδαία παρουσίαση της πραγματολογικής ανάλυσης της εξήγησης.
- WRIGHT, LARRY (1976), *Teleological Explanations*, Berkeley and Los Angeles: University of California Press. Μια σπουδαία διαπραγμάτευση τόσο της τελεολογικής όσο και της λειτουργιστικής εξήγησης.