

Κεφάλαιο 1.6. Η ιστορία της Βιολογίας ως Διδακτικό εργαλείο.

Β. Ιστορικές Διαμάχες στη Βιολογία: Η Διαμάχη για την Αυτόματη Γένεση.

1.6.1. “Επιστημονικές Διαμάχες”.

Είναι συνηθισμένο φαινόμενο στην ιστορία της Επιστήμης επιστημονικές διαφωνίες να ξεφεύγουν από την τυπική αντιπαράθεση επιχειρημάτων και να οδηγούνται σε συγκρούσεις. Όταν μία σύγκρουση έχει διάρκεια, γίνεται δημόσια και αφορά μεγάλο μέρος της επιστημονικής κοινότητας, χαρακτηρίζεται επιστημονική διαμάχη. Μια επιστημονική διαμάχη μπορεί να σχετίζεται με αμφισβήτηση πειραματικών δεδομένων - *διαμάχη γεγονότων*, με διαφορετικά θεωρητικά σχήματα που ερμηνεύουν τα πειραματικά δεδομένα - *διαμάχη θεωριών*, ή τέλος με αμφισβήτηση των μεθοδολογικών αρχών - *διαμάχη αρχών* (Γαβρόγλου, 2003).

Η δημόσια επιχειρηματολογία που αναπτύσσεται συνήθως επηρεάζει τις απόψεις και τις πρακτικές της επιστημονικής κοινότητας. Οι πιο τεκμηριωμένες θέσεις αργά ή γρήγορα επικρατούν και συχνά νέοι κλάδοι της επιστήμης γεννιούνται. Μία επιστημονική διαμάχη μπορεί να διαρκέσει αιώνες με συμμετοχή πολλών προσώπων και χωρίς να διασφαλίζεται η καθαρή επικράτηση κάποιου εμπλεκόμενου μέρους. Μία επιστημονική διαμάχη πρέπει να θεωρείται ως μία εκ των διαδικασιών που συνεισφέρουν στην εξέλιξη της επιστήμης και όχι ως απλή εκτροπή από την πρόπουσα στάση των επιστημόνων (Σκορδούλης, 2008, σελ. 24-25).

Αν και ο τερματισμός μιας διαμάχης είναι μια εξαιρετικά πολύπλοκη υπόθεση, ο McMullin (1987) προσδιόρισε τρεις κυρίως τρόπους τερματισμού μιας διαμάχης:

- την λύση,
- το κλείσιμο και την
- εγκατάλειψη.

Βέβαια αφού οι διαμάχες γίνονται δημόσια η κοινότητα είναι αυτή που θα αποφασίσει για την εγκυρότητα των κριτηρίων αποδοχής ή απόρριψης των θεωριών (Γαβρόγλου, 2003, σελ. 75).

Προεκτάσεις για τη Διδασκαλία των ΦΕ και της Βιολογίας

Η συζήτηση επιστημονικών διαμαχών βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα τη φύση της επιστήμης μέσω της επίτευξης συγκεκριμένων στόχων. Λ.χ. η παρουσίαση “ηρώων” και αυθεντιών της επιστήμης σε μια επιστημονική διαμάχη βοηθά τους μαθητές να αναθεωρήσουν σε μεγάλο βαθμό πολλές από τις ιδέες και τις απόψεις τους πάνω στο θέμα αλλά και για τον συγκεκριμένο επιστήμονα. Επίσης, τους βοηθά να δουν την επιστημονική δραστηριότητα από άλλη οπτική ώστε να την κατανοήσουν καλύτερα και να καταλάβουν όλες τις απαραίτητες διαδικασίες για την κατάκτηση της γνώσης μέσω του πειραματισμού, του διαλόγου και της κοινωνικής συναίνεσης (Izquierdo, 2008, σελ. 257).

Παρουσιάζοντας τα επιστημονικά αποτελέσματα ως θέματα διαφωνιών γίνεται η επιστήμη όμοια με άλλες ανθρώπινες διεργασίες που είναι πιο εύκολα κατανοητές όπως πολιτικά ντιμπέιτ, συνεδριάσεις δικαστηρίων κτλ. Οι μαθητές, δηλαδή, συνειδητοποιούν ότι η επιστήμη δεν είναι κάτι ξένο αλλά είναι μία συνήθης ανθρώπινη δραστηριότητα την οποία όμως μαθαίνουν καλύτερα όταν συμμετέχουν στις δραστηριότητές της με τον ένα ή άλλο τρόπο.

Γενικά τέτοιες δραστηριότητες δρουν καταλυτικά στην ανάπτυξη της γνώσης αλλά και στην παροχή νέων γνωστικών εργαλείων στους μαθητές που θα τους βοηθήσει να ερμηνεύσουν τον κόσμο στον οποίο ζουν, αλλά και γιατί όχι, να σχεδιάσουν έναν καλύτερο (Izquierdo, 2008, σελ. 258).

Οι Clough και Olson (2004) υποστηρίζουν ότι μέσω της μελέτης μιας επιστημονικής διαμάχης διδάσκεται επιστημονικό περιεχόμενο, βοηθούνται οι μαθητές να μάθουν για την προσωπική και επαγγελματική ζωή των επιστημόνων, τον τρόπο με τον οποίο ασχολούνταν με την επιστήμη και τελικά να κατακτήσουν ευκολότερα τη γνώση γύρω από μια επιστημονική ιδέα.

Συμπερασματικά θα μπορούσε να ειπωθεί ότι στόχος της ένταξης της μελέτης μιας επιστημονικής διαμάχης στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι, όπως αναφέρει και η Izquierdo (2008, σελ. 264), να προσφερθεί στους μαθητές μέσω πειραμάτων, θεωρητικών μοντέλων, συζητήσεων, αντιπαραθέσεων και προσδιορισμών των στόχων της γνώσης, η κατάλληλη επιστημονική καλλιέργεια η οποία θα τους βοηθά να παίρνουν αποφάσεις επειδή έχουν καταλάβει ότι και η επιστήμη σχετίζεται με τις αξίες και έχει κοινωνική διάσταση.

Σήμερα είναι ευρέως αποδεκτό ότι τα προγράμματα σπουδών πρέπει να περιέχουν στοιχεία από τη φύση της επιστήμης ώστε οι μαθητές να καταλάβουν και να εκτιμήσουν την επιστήμη ταυτόχρονα ως περιεχόμενο (νόμοι, αρχές, θεωρίες) και ως διαδικασία (παραγωγή και έλεγχος των αληθινών ισχυρισμών της επιστήμης) (McComas, 2008). Πολλοί ερευνητές θεωρούν ότι ο καλύτερος τρόπος να εφαρμοστεί αυτό είναι μέσα από την μελέτη επιστημονικών διαμαχών για αυτό και στη συνέχεια θα προσεγγιστεί μία από τις πλέον σημαντικές επιστημονικές διαμάχες.

1.6.2.1. Η Διαμάχη για την Αυτόματη Γένεση.

Σε πολλά εγχειρίδια η περίπτωση της διαμάχης ανάμεσα στον Pouchet και τον Pasteur παρουσιάζεται ξεκομμένα ως ένα μεμονωμένο περιστατικό που δεν σχετίζεται με τα πριν και τα μετά.

Τί έχει προηγηθεί;

Η *αυτόματη γένεση (αρχεγονία)*. Θεωρία σύμφωνα με την οποία οι ζωντανοί οργανισμοί είναι δυνατό να γεννηθούν αυτόματα από τη "μη ζώσα" ύλη (από ανόργανα συστατικά).

Πρώτος υποστήριξε τη θεωρία της "αυτόματης γένεσης" ο Αριστοτέλης, που πίστευε ότι τα χέλια σχηματίζονται από τη λάσπη μέσα στην οποία ζουν. Κατά το 17ο αιώνα πίστευαν στην αρχή της αυτόματης γένεσης και των ανώτερων ακόμη οργανισμών, η μελέτη όμως της πολύπλοκης οργάνωσης των ανώτερων φυτών και ζώων ήταν αρκετή για να καταρρίψει τη θεωρία αυτή και χωρίς πειραματική απόδειξη. Αργότερα η εφεύρεση του μικροσκοπίου αποκάλυψε στον άνθρωπο τον άγνωστο μέχρι τότε κόσμο των μικροοργανισμών. Η παρατήρηση πως οι περισσότεροι μικροοργανισμοί (κυρίως τα βακτηρίδια) υπάρχουν σε αφθονία στις ουσίες που βρίσκονται σε αποσύνθεση, έστρεψε και πάλι πολλούς επιστήμονες στην ιδέα της αυτόματης γένεσης.

Ενδιαφέρον έχει η επιστημονική διαμάχη ανάμεσα στον Spallanzani και τον Needham: ο πρώτος (πολέμιος της αυτόματης γένεσης), έκανε πειράματα με ερμητικά κλεισμένες φιάλες στις οποίες πρόσθετε θρεπτικό χυμό και τις θέρμαινε σε υψηλή θερμοκρασία. Φυσικά μετά την «αποστείρωση» που πετύχαινε δεν αναπτυσσόταν τίποτε μέσα στη φιάλη. Εντούτοις τα πειράματά του αμφισβητήθηκαν από τον Needham ο οποίος του καταλόγησε πως με τον τρόπο που έκανε τα πειράματά του, απέκλειε τις «ζωικές δυνάμεις» που περιέχονται στο οξυγόνο, στοιχείο απαραίτητο για την «αυτόματη γένεση» νέων οργανισμών.

Η κατάσταση πήρε δραματική μορφή, όταν ο Felix Archimede Pouchet (1833–1894), διακεκριμένος επιστήμονας και διευθυντής του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας της Rouen, ισχυρίστηκε το 1859 πως επέτυχε αυτόματη γένεση σε ερμητικά κλειστές φιάλες, που περιείχαν καθαρό οξυγόνο.



Εικόνα 1.6.1. Ο Felix Arquimède Pouchet (από: oncle.dom.pagesperso-orange.fr).

Προς το 1860, η χημεία ήταν μια αναπτυσσόμενη επιστήμη και ήταν πολύ σημαντική δεδομένου ότι είχε επιτύχει τη συστηματοποίηση των οργανικών και ανόργανων χημικών μεταβολών και τη διαρκή σύνθεση νέων συστατικών. Η δομή αυτών των νέων συστατικών μπορούσε να αναπαρασταθεί μέσω τύπων που διευκόλυναν την ταξινόμησή τους. Ο βιταλισμός δεν αποτελούσε πλέον μια εύλογη εξήγηση για τη σύνθεση συστατικών που βρέθηκαν στους οργανισμούς, με δεδομένο ότι πολλά από αυτά είχαν ήδη παραχθεί στο εργαστήριο με τεχνητό τρόπο. Συγχρόνως, η βιολογία εξέταζε την προέλευση των ασθενειών. Για παράδειγμα, ορισμένα χημικά φαινόμενα σχετικά με τις ζύμες (ζυμώσεις) λάμβαναν χώρα εκεί όπου μπορούσαν να παρατηρηθούν μικροοργανισμοί μέσω των μικροσκοπίων που βελτιώνονταν συνεχώς. Είναι η χημική αλλαγή που παράγει τους μικροοργανισμούς ή οι μικροοργανισμοί προκαλούν τις χημικές αλλαγές; Το τελευταίο ήταν άποψη του Pasteur¹.



Εικόνα 1.6.2. Ο Felix Louis Pasteur (wikipedia.org).

¹ Ο Pasteur γεννήθηκε το 1822, γιος ενός βυρσοδέψη που είχε πολεμήσει μαζί με τον Ναπολέοντα. Πήρε το πτυχίο του το 1847, στο Στρασβούργο, αναγορεύθηκε καθηγητής όταν είχε ήδη αποκτήσει φήμη μέσω του έργου του στην κρυσταλλογραφία. Το 1857 επέστρεψε στο Παρίσι ως διευθυντής έρευνας στην Ecole Normale. Είναι λοιπόν στο Παρίσι, ο νεαρός Louis Pasteur ένας ελπιδοφόρος επιστήμονας που βρισκόταν σε συμφωνία με την επικρατούσα πολιτική, κοινωνική και θρησκευτική ιδεολογία (Καθολικός όπως οι μεσαιές τάξεις του Παρισιού και αντίθετος με τις θεωρίες του Δαρβίνου). Η συμβολή του στον προσδιορισμό των προβλημάτων στις βιομηχανίες στις οποίες επιτελούνταν ζυμώσεις, κυρίως στην οινοποιία, και η έρευνά του σε αυτόν τον τομέα ήταν ευφυής, παράγοντας σημαντικά οικονομικά οφέλη. Ειδικά για μια χώρα σαν την Γαλλία όπου η οινοποιία ήταν πάντοτε σημαντικός παράγοντας οικονομικής και κοινωνικής φύσεως.

Στη διαμάχη για την προέλευση της ζωής η άποψη του Pasteur ήταν ότι η αυτόματη γένεση δεν ήταν δυνατή και ότι η ζωή θα έπρεπε πάντα να προέρχεται από κάποιον προγονικό οργανισμό. Η άποψη του αυτή βασιζόταν στα πειράματα που πραγματοποίησε με τον ακόλουθο τρόπο: Προετοίμαζε διάλυμα με θρεπτικά συστατικά, το αποστειρώνει και άφηνε τον επίσης αποστειρωμένο αέρα να εισέλθει: στις περισσότερες περιπτώσεις δεν δημιουργούνταν κανένας μικροοργανισμός. Εάν δημιουργούνταν, θεωρούσε ότι η αποστείρωση ήταν ελαττωματική.

Ο Felix Arquimède Rouchet, από την άλλη, ήταν ένας προτεστάντης, επαρχιακός γιατρός, που πίστευε στο Δαρβίνο, μεγαλύτερης ηλικίας από τον Pasteur, ο οποίος είχε επιτύχει την παραγωγή ζωής από ένα εκχύλισμα που είχε προηγουμένως αποστειρωθεί. Βάσισε την άποψη του σε πειράματα που ήταν πανομοιότυπα με εκείνα του Pasteur: προετοίμαζε ένα εκχύλισμα από άχυρα, το αποστειρώνει και άφηνε και αυτός αποστειρωμένο αέρα να εισέλθει. Στις περισσότερες περιπτώσεις δημιουργούνταν μικροοργανισμοί. Εάν αυτό δεν συνέβαινε, θεωρούσε ότι οι συνθήκες στις οποίες ο αέρας είχε αποστειρωθεί τον είχαν κάνει να χάσει τις ειδικές του ιδιότητες, όπως την ικανότητα για τη διατήρηση της ζωής.

Η αντιπαράθεση διήρκεσε έξι χρόνια (από το 1858 έως το 1864). Τρεις κριτικές επιτροπές συστάθηκαν για να αποφασίσουν ποιος από τους δύο επιστήμονες είχε δίκιο. Ο Pasteur είχε διάφορες ευκαιρίες για να πείσει το κοινό ότι το πείραμά του αποδείκνυε ότι η ζωή δεν γεννιόταν αυτόματα, ενώ ο Rouchet δεν είχε ποτέ τέτοιες ευκαιρίες. Σε τρεις περιπτώσεις η κριτική επιτροπή ευνόησε τον Pasteur ενώ το πείραμα του Rouchet ποτέ δεν θεωρήθηκε σοβαρό. Παρόλο που αυτός και οι συνεργάτες του άνοιξαν προσεκτικά 100 τέτοιες φιάλες σε ύψος 10.850 ποδών στα Πυρηναία και παρατήρησαν «θολό» διάλυμα σε φιάλες με «λαιμό κύκνου», εκεί που ο Pasteur ισχυριζόταν πως το περιβάλλον ήταν «ελεύθερο» κόκκων σκόνης. Ούτε μπόρεσε ποτέ ο Rouchet να πείσει τον Pasteur να πραγματοποιήσει τα πειράματά του με εκχύλισμα από άχυρα επειδή σε αυτό το εκχύλισμα οι μικροοργανισμοί όντως εμφανίζονταν ακόμα και μετά από την αποστείρωση! Αργότερα ανακαλύφθηκε ότι αυτό συνέβαινε γιατί υπήρχαν ανθεκτικές μορφές βακτηρίων που δεν πέθαιναν με την αποστείρωση.



Εικόνα 1.6.3. Φιάλη με λαιμό κύκνου που χρησιμοποιούσε ο Pasteur στα πειράματα που έκανε για να καταρρίψει την θεωρία της αυτόματης γένεσης (el.wikipedia.org).

1.6.2.2. Μερικές κριτικές σκέψεις για τη διαμάχη και το ιστορικο-κοινωνικό πλαίσιο μέσα στο οποίο διεξήχθηκε.

Είναι προφανές ότι το δίλημμα δεν ήταν μόνο πειραματικής φύσης και ότι οι πολύπλοκοι εμπλεκόμενοι παράγοντες απέτρεψαν μια έντιμη, εμβριθή ανάλυση των πειραματικών αποκλίσεων. Εάν είχε συμβεί κάτι τέτοιο, ο κόσμος θα είχε συνειδητοποιήσει ότι στα πειράματα του Rouchet είχε όντως δημιουργηθεί ζωή επειδή οι μικροοργανισμοί που υπήρχαν στο εκχύλισμα από τα άχυρα που χρησιμοποίησε δεν πέθαιναν στη θερμοκρασία που τότε θεωρούνταν επαρκής για την αποστείρωση των δειγμάτων.

Στην αρχή, η περίπτωση που μας απασχολεί φαίνεται να είναι μια «διαμάχη μεταξύ ειδικών» οι οποίοι ερμηνεύουν τα δεδομένα και υποστηρίζουν τη θέση τους σύμφωνα με διαφορετικές επιστημονικές παραδόσεις. Ωστόσο, μια καλή αναζήτηση των επιχειρημάτων ώστε να γίνουν καλύτερα κατανοητές και οι δύο θέσεις, κάνει φανερό ότι εμπλέκονταν πολλοί περισσότεροι παράγοντες, όπως κοινωνικοί παράγοντες (που αντιστοιχούν στην καθολική μεσαία τάξη του Παρισιού που θαύμαζε τον Pasteur και θεωρούσε τον Rouchet έναν επαρχιακό γιατρό αμφιβόλων πεποιθήσεων εξαιτίας του γεγονότος ότι ήταν προτεστάντης και οπαδός του Δαρβίνου) και πολιτικοί παράγοντες: για παράδειγμα ο αυξανόμενος ανταγωνισμός προς την ακμάζουσα επιστήμη στη Γερμανία. Είναι γνωστό πως στα πλαίσια του συγκεκριμένου ανταγωνισμού και αναφορικά με τις ανακαλύψεις του για τη λύσσα, οι Γερμανοί μιλούσαν σαρκαστικά για «ένα φάρμακο για

το οποίο δεν ξέρουμε τίποτα για μία ασθένεια για την οποία ξέρουμε ακόμη λιγότερα». Η πρόσβαση σε μέσα επικοινωνίας κατέστη επίσης σημαντική: ο Pasteur είχε την ευκαιρία να εξηγήσει τις ιδέες του σε συνέδρια και διαλέξεις με μεγάλο κοινό στο Παρίσι ενώ στον Rouchet δεν δόθηκε ποτέ μια παρόμοια ευκαιρία. Δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι η εφαρμογή των ιδεών του Pasteur στην πρόληψη των μολύνσεων τον ευνόησε και συνέβαλε στην αγνόηση των πειραματικών επιχειρημάτων του Rouchet.

Αυτό που εκπλήσσει περισσότερο κατά την εμβάθυνση και κατά την κατανόηση της πολυπλοκότητας αυτής της συζήτησης είναι ότι και ο Rouchet και ο Pasteur αν και βασίστηκαν σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν με τις ίδιες προφυλάξεις και την ίδια αυστηρότητα, ερμήνευαν τα λανθασμένα αποτελέσματα που προέκυπταν κάθε τόσο με διαφορετικό τρόπο.

Υπάρχουν δυο σημαντικά χαρακτηριστικά σε αυτήν τη περίπτωση. Το πρώτο είναι οι αλλαγές στην έννοια της αυτόματης γένεσης κατά τη διάρκεια της συζήτησης του θέματος, που οδήγησαν στην αδυναμία σύγκρισης των αρχών που χρησιμοποιούνταν από τις δυο πλευρές. Στον βαθμό που ο Pasteur βεβαίωνε ότι η ζωή δεν παράγεται από κοινές, καθημερινές χημικές διαδικασίες, ήταν σωστός από ό,τι έδειξαν οι επακόλουθες μελέτες. Στον βαθμό, όμως, που αρνιόταν ότι θα μπορούσε να έχει παραχθεί (κάποτε στο παρελθόν) από αρκετές πολύπλοκες ανόργανες μοριακές διαδικασίες, είχε άδικο. Το δεύτερο σημαντικό χαρακτηριστικό αυτής της υπόθεσης είναι η χρήση των επιστημονικών νομιμοποιήσεων όταν υπάρχουν αντιθέσεις σε θρησκευτικά και πολιτικά ζητήματα, που εξαρτιούνται από τις ιστορικές συνθήκες και προκαταλήψεις των διαφορετικών περιόδων.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι αν ο Rouchet δεν είχε χάσει την ψυχραιμία του θα μπορούσε να μην είχε χάσει τον διαγωνισμό. Μια διαφορά ανάμεσα στον Rouchet και τον Pasteur ήταν τα θρεπτικά μέσα που χρησιμοποίησαν για τα πειράματά τους, ο Pasteur χρησιμοποιούσε μαγιά και ο Rouchet εκχυλίσματα βοτάνων. Το 1876 ανακαλύφθηκε ότι τα εκχυλίσματα βοτάνων περιέχουν έναν σπόρο που δεν είναι εύκολο να σκοτωθεί με το βράσιμο. Έτσι ενώ ο βρασμός του εκχυλίσματος μαγιάς προκαλεί την καταστροφή της, δεν συμβαίνει το ίδιο και στο εκχύλισμα βοτάνων όπου εκεί δεν προκαλείται στέρηση. Σύγχρονοι σχολιαστές των συγκεκριμένων έχουν εισηγηθεί ότι ο Rouchet θα μπορούσε να είχε πετύχει αν είχε μείνει στην πορεία του – έστω και για λάθος λόγους.

1.6.2.3. Η διαμάχη κάτω από την επιστημολογική ματιά

Η θέση του υποπροσδιορισμού της θεωρίας από τις εμπειρικές ενδείξεις απορρίπτει την δυνατότητα του πλήρως εμπειρικού προσδιορισμού της θεωρίας, δηλαδή, την δυνατότητα να υπάρχει μόνο ένας θεωρητικός σχηματισμός που να βρίσκεται σε καθολική συμφωνία με την εμπειρία. Η αιτιολόγηση της θέσης του υποπροσδιορισμού στηρίζεται σε κάποια επιχειρήματα που ανεπτύχθησαν από τους P. Duhem και W.V. Quine και, για τον λόγο αυτόν, η θέση του εμπειρικού υποπροσδιορισμού της θεωρίας ονομάζεται και η θέση *Duhem-Quine* (παρότι οι δυο εκδοχές δεν συμπίπτουν πλήρως).

Για τον έλεγχο μιας υπόθεσης απαιτούνται κάποιες αρχικές συνθήκες καθώς και ένα σύνολο βοηθητικών υποθέσεων. Αυτές οι βοηθητικές υποθέσεις μπορεί να μας παρέχουν κάποιες πληροφορίες ή για το φυσικό σύστημα, στο οποίο αναφέρεται η υπόθεση που επιχειρούμε να ελέγξουμε, ή για τα όργανα που χρησιμοποιούμε για την παρατήρηση αυτού του συστήματος. Επομένως, η διαδικασία ελέγχου αφορά τόσο στην υπόθεση που μας ενδιαφέρει όσο και το σύνολο των βοηθητικών υποθέσεων και των αρχικών συνθηκών. Δηλαδή αυτή η διαδικασία έχει ολιστικό χαρακτήρα.

Το συμπέρασμα που βγαίνει από τη θέση Duhem-Quine είναι ότι, ακόμη κι όταν υπάρχουν αρνητικά εμπειρικά δεδομένα, η ισχύς μιας θεωρίας μπορεί πάντα να διατηρηθεί, αν γίνουν κάποιες κατάλληλες τροποποιήσεις στις βοηθητικές υποθέσεις της θεωρίας. Με την έννοια αυτή, η επικύρωση του συνόλου μιας θεωρίας δεν μπορεί να προσδιορισθεί πλήρως από τα εμπειρικά δεδομένα, αλλά μόνο ένα τμήμα της, και, για αυτό, μιλάμε για τον εμπειρικό υπό-προσδιορισμό της θεωρίας. Ο πυρήνας της θεωρίας μπορεί να επιβιώσει σε αρνητικές εμπειρικές ενδείξεις, εφόσον γίνουν μεθύτερες αλλαγές σε βοηθητικές υποθέσεις (Αναπολιτάνος, και συν., 2005).

Η ΑΝΑΜΕΤΡΗΣΗ PASTEUR – ROUCHET: Μερικές λεπτομέρειες

Ο Rouchet πίστευε στην αυτόματη γένεση. Στα πρώτα του πειράματα προετοίμασε άγωνα εκχυλίσματα βοτάνων σε υδράργυρο. Η μέθοδος ήταν να κάνει την εργασία βυθίζοντας όλα τα σκεύη σε υδράργυρο ώστε ο συνηθισμένος αέρας να μην μπορεί να μπει. Προπαρασκευασμένος αέρας θα μπορούσε να εισαχθεί μέσα στο σωλήνα ως υδρατμός διαπερνώντας τον υδράργυρο. Αυτός ήταν ο σίγουρος τρόπος για να επιτραπεί η

είσοδος διαφόρων πειραματικών αερίων μέσα σε πειραματικούς χώρους χωρίς να μπει ο συνηθισμένος αέρας. Στην περίπτωση του Rouchet ο καθαρός αέρας ήταν που άφριζε διαπερνώντας τον υδράργυρο. Είχε μελετηθεί ότι ο καθαρός αέρας μπορούσε να δημιουργηθεί ζεσταινώντας συνηθισμένο αέρα ή με οξυγόνο που έχει δημιουργηθεί μέσω ανάλυσης οξειδίου. Συμπτωματικά αυτό το οξείδιο ήταν συχνά οξείδιο υδραργύρου το οποίο δίνει οξυγόνο όταν θερμανθεί. Ο Rouchet βρήκε ότι όταν καθαρά εκχυλίσματα βοτάνων βρίσκονταν μέσα σε υδράργυρο και εκτίθεντο στον καθαρό αέρα τότε δημιουργείτο οργανική ζωή. Δόθηκε τότε η εντύπωση ότι, ενώ όλες οι πηγές της υπάρχουσας ζωής είχαν εξαλειφθεί, η νέα ζωή μεγάλωνε αυτόματα.

Ο Rouchet ξεκίνησε την αναμέτρηση με τον Pasteur γράφοντάς του τα αποτελέσματα αυτών των πειραμάτων. Ο Pasteur απάντησε στον Rouchet ότι μπορεί να μην είχε πάρει αρκετές προφυλάξεις για τα πειράματά του. “... Στα πρόσφατα πειράματά σου έχεις απερίσκεπτα εισάγει κοινό (μολυσμένο) αέρα γι’ αυτό και τα συμπεράσματά σου δεν προήλθαν από άπογα και ακριβή γεγονότα.” (απόσπασμα από Farley and Geison, 1974, p. 19). Κατά τη γνώμη του, αν ο Rouchet βρήκε ζωή όταν εισήγαγε άγνονο αέρα στα άγνονα εκχυλίσματα βοτάνων τότε ο αέρας έπρεπε να ήταν μολυσμένος.

Αργότερα ο Pasteur ισχυρίστηκε ότι αν το εκχύλισμα βοτάνων ήταν άγνονο σ’ αυτά τα πειράματα και ο τεχνητός αέρας ήταν εξίσου κενός (καθαρός) από ζωή τότε ο υδράργυρος ήταν μολυσμένος με μικροοργανισμούς – βρίσκονταν στην σκόνη στην επιφάνεια του υδραργύρου – και εκείνο ήταν η πηγή του μικροβίου.

Αυτό είναι ενδιαφέρον γιατί φαίνεται ότι ο μολυσμένος υδράργυρος είναι απαραίτητος για να εξηγήσει μερικά από τα πρώτα αποτελέσματα του ο Pasteur. Ανέφερε ότι στις προσπάθειες του να προλάβει την εμφάνιση ζωής, με προετοιμασία εκχυλισμάτων κάτω από την επίδραση υδραργύρου, το κατάφερε μόνο στο 10% των πειραμάτων του. Επειδή, εκείνη την στιγμή δεν ήξερε την πηγή της μόλυνσης δεν δέχτηκε αυτά τα αποτελέσματα ως απόδειξη για την υποστήριξη της άποψής του σχετικά με την αυτόματη γένεση. Με δικά του λόγια “...δεν δημοσίευσα τα πειράματα αυτά γιατί για τα συμπεράσματά μου ήταν απαραίτητο να παίρνω τα αποτελέσματα από αυτά και για μένα ήταν σοβαρό πολύ να υποπτεύομαι μερικές κρυμμένες αιτίες λάθους σ’ αυτά τα πειράματα, ενώ είχα το πείσμα και ήθελα να τα φροντίσω όλα στην εντέλεια.” (απόσπασμα από το Farley and Geison, 1974, p. 31). Με άλλα λόγια, ο Pasteur ήταν τόσο αντίθετος από τους άλλους που πίστευαν στην αυτόματη γένεση, που προτίμησε να πιστεύει ότι υπήρχαν ορισμένα άγνωστα ελαττώματα στην δουλειά του απ’ ότι να δημοσιεύσει τα αποτελέσματα. Ερμήνευσε τα πειράματα, τα οποία φαινόταν να επιβεβαιώνουν την ύπαρξη της αυτόματης γένεσης, ως ανεπιτυχή. Αργότερα η ιδέα του μολυσμένου υδραργύρου αντικατέστησε τα «άγνωστα ελαττώματα».

Κοιτάζοντας πίσω στο περιστατικό πρέπει να χειροκροτήσουμε την πρόνοια του Pasteur. Είχε δίκιο, βέβαια, και είχε το θάρρος να στηρίζει τις πεποιθήσεις του με πείσμα, αρνούμενος να μετακινηθεί από τις θέσεις του, εξαιτίας των αντίθετων πειραματικών ενδείξεων. Ήταν μια πρόνοια αλλά και μια καθόλου ανεπηρέαστη εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου. Εάν ο Pasteur, όπως ο Rouchet είχε υποστηρίξει τις λάθος υποθέσεις θα λέγαμε ότι διακρίνονται οι δραστηριότητες του από πείσμα και ισχυρογνωμοσύνη. Η περίφημη εκ των υστέρων γνώση είναι μια επικίνδυνη σύμμαχος στην ιστορία της επιστήμης. Δεν θα καταλάβουμε την αναμέτρηση του Pasteur με τον Rouchet, όπως γνωστοποιήθηκε, εκτός και αν διαγράψουμε δραστικά τις εκ των υστέρων μας απόψεις.

Έκθεση των σωλήνων σε μεγάλο υψόμετρο

Οι εργασίες των πειραμάτων του υδραργύρου, ήταν ακριβώς η προκαταρκτική διαμάχη. Η κύρια συζήτηση άρχισε με τα πειράματα του Pasteur, στα οποία οι σωλήνες ανοίχτηκαν στον αέρα σε μεγάλο υψόμετρο, και την ανταπάντηση του Rouchet.

Ο Pasteur προετοίμασε τους σωλήνες με τους λαιμούς βάζοντάς τους σε φωτιά. Έβρασε εκχύλισμα μαγιάς και σφράγισε τους λαιμούς ενώ ο αέρας είχε βγει έξω. Αν δεν ανοίγονταν, τα περιεχόμενα θα απέμεναν χωρίς αλλαγή. Μπορούσε τότε να πάρει τους σωλήνες και να σπάσει το λαιμό τους σε διαφορετικά σημεία, επιτρέποντας στον αέρα να μπει μέσα. Για να εισαχθεί ο αέρας έπρεπε η περιοχή να είναι ελεύθερη από τα μικρόβια, ο Pasteur έσπαγε το λαιμό με ένα ζευγάρι τσιμπιδες οι οποίες είχαν θερμανθεί σε φωτιά ενώ τον σωλήνα τον κρατούσε πάνω από το κεφάλι του ώστε να αποφύγει την μόλυνση από τα ρούχα του. Μια φορά μπήκε αέρας από την επιλεγόμενη περιοχή, ο Pasteur μπορούσε μια ακόμα φορά να σφραγίσει τον σωλήνα με φωτιά. Έτσι προετοίμασε μια σειρά από σωλήνες που εμπεριείχαν εκχυλίσματα μαγιάς μαζί με δείγματα αέρα που τον έπαιρνε από διαφορετικές περιοχές. Βρήκε ότι οι περισσότεροι σωλήνες που εκτίθεντο σε συνηθισμένες περιοχές μούγλιαζαν, ενώ σε εκείνους που είχαν εκτεθεί στα 2000m πάνω σε παγετώνες στις Γαλλικές Άλπεις, μόνο ένας ήταν επηρεασμένος.

Στα 1863, ο Rouchet αμφισβήτησε αυτό το εύρημα. Με δυο συνεργάτες του ταξίδεψε στα Πυρηναία για να επαναλάβει τα πειράματα του Pasteur. Στην περίπτωση του και οι 8 σωλήνες που εκτέθηκαν σε μεγάλο υψόμετρο επηρεάστηκαν, υπονοώντας ότι ο συνήθης μολυσμένος αέρας ήταν αρκετός για να αρχίσει η διαδικασία της μορφοποίησης της ζωής. Ο Rouchet ισχυρίστηκε ότι ακολούθησε όλες τις προφυλάξεις του Pasteur, εκτός από το ότι χρησιμοποίησε μια ζεστή λίμα αντί των λαβίδων για να ανοίξει τους σωλήνες. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες κάτω από τις οποίες νέοι οργανισμοί παράγονται με χημικές διαδικασίες (ζύμωση, σήψη) μπορούμε να βρούμε στο έργο του Rouchet “Ετερογονία”. Εκεί περιγράφει και τις συνθήκες των πειραμάτων του στον υδράργυρο και στο υψόμετρο.

Τα λάθη της Επιτροπής Σοφών

Στο μεγάλο οικοδόμημα της Γαλλικής Επιστήμης στα μισά του 19ου αιώνα, οι αποφάσεις αυτών των επιτροπών έγιναν η επίσημη άποψη της Γαλλικής Επιστημονικής Κοινότητας. Δυο διαδοχικές επιτροπές ασχολήθηκαν λεπτομερώς με τις συζητήσεις για την αυτόματη γένεση. Όπως θα δούμε στη συνέχεια οι επιτροπές αυτές αντέδρασαν αρνητικά στις θέσεις του Rouchet. Υποστηρικτές του ήταν μόνο όσοι είχαν φιλοσοφικές και θρησκευτικές πεποιθήσεις που ταίριαζαν με τη θεωρία της αυτόματης γένεσης. Η πρώτη τοποθέτηση από την α΄ επιτροπή, πριν από τα πειράματα του Rouchet στα Πυρηναία, πρόσφερε ένα βραβείο σ’ εκείνον που με σωστά βήματα θα έριχνε νέο φως στο ερώτημα το οποίο ονομάζεται «αυτόματη γένεση». Κατά λάθος ή επίτηδες όλα τα μέλη της επιτροπής αντιπαθούσαν τις ιδέες του Rouchet και μερικά ανάγγειλαν τα δικά τους συμπεράσματα πριν εξετάσουν τις εισηγήσεις. Δύο από τα μέλη είχαν ήδη αποκριθεί αρνητικά στα αρχικά πειράματα του Rouchet και τα υπόλοιπα γνώριζαν καλά την αυτόματη γένεση και ήταν αντίθετα. Ο Rouchet αποχώρησε από τον διαγωνισμό αφήνοντας τον Pasteur να λάβει το βραβείο χωρίς αμφισβήτηση. Σε ένα χειρόγραφο που έγραψε το 1861, αναφέρει τη σωστή σειρά των πειραμάτων του και εξηγεί ότι η αποσύνθεση ποικίλων ουσιών δημιούργησε μικρόβια – μικρόβια που τα είχε ο αέρας.

Η δεύτερη επιτροπή είχε τοποθετηθεί το 1864 για να ανταποκριθεί στα πειράματα του Rouchet στα Πυρηναία. Αυτά τα πειράματα είχαν προκαλέσει την αγανάκτηση στην Ακαδημία, καθότι τα περισσότερα από τα μέλη της είχαν μελετήσει το θέμα και ήταν ήδη κατασταλαγμένα. Η νέα επιτροπή ξεκίνησε κάνοντας μια προκλητική δήλωση: “είναι συνήθως πιθανό σε συγκεκριμένα μέρη να παίρνουμε μια αξιόλογη ποσότητα αέρα, η οποία δεν έχει υποβληθεί σε καμία φυσική ή χημική αλλαγή και αυτή η ποσότητα να είναι ανεπαρκής να παράγει οποιαδήποτε μεταβολή στις περισσότερες ζυμωμένες υγρές ουσίες” (απόσπασμα από το Dubos, 1960, p.174). Ο Rouchet και οι συνάδελφοί του δέχτηκαν την πρόκληση και πρόσθεσαν: “Αν ένας μόνο από τους σωλήνες μας παραμείνει αμετάβλητος, δίνουμε τον λόγο μας ότι θα αναγνωρίσουμε την ήττα μας.” (απόσπασμα από το Dubos, 1960, p.174).

Η δεύτερη επιτροπή επίσης απαρτίστηκε από μέλη των οποίων οι απόψεις ήταν γνωστές για τη δύναμη και την σταθερότητά τους και αντιτάσσονταν σ’ εκείνες του Rouchet. Όταν ανακάλυψε τη σύνθεση της επιτροπής ο Rouchet και οι συνεργάτες του επιχειρήσαν να αλλάξουν την περίοδο υποβολής του τεστ. Ήθελαν να επεκτείνουν την περίοδο του πειραματικού προγράμματος καθώς ο Pasteur επέμενε ότι το τεστ εξαρτιόνταν στενά από το κατά πόσο μικρότερη ποσότητα αέρα θα δημιουργούσε μούχλα. Όλη η ομάδα του Pasteur ήταν υποχρεωμένη να δείξει, σύμφωνα με τις συγκεκριμένες προθεσμίες του διαγωνισμού, αν θα μπορούσε ο αέρας να περάσει σε μερικούς σωλήνες χωρίς να μεταβάλλει το περιεχόμενό τους. Αφού απέτυχαν να αλλάξουν τις προθεσμίες, ο Rouchet ανακάλεσε πιστεύοντας ότι θα ήταν αδύνατο να επιτύχει να του δοθεί μια δίκαιη ακρόαση εξαιτίας της προκατάληψης των μελών της επιτροπής.

Ο Rouchet δεν θα μπορούσε να υποστηρίξει τη θέση του μετά την απόσυρσή του από τον διαγωνισμό. Οι άνθρωποι της επιτροπής ήταν ουσιαστικά τοποθετημένοι με την πλευρά του Pasteur, χωρίς να το αντιλαμβάνονται, και γενικά ήταν πλαισιωμένοι από μια επιστημονική κοινότητα που ήδη βρισκόταν σχεδόν ομοιόμορφα πίσω από τον Pasteur.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι αν ο Rouchet δεν είχε χάσει την ψυχραιμία του θα μπορούσε να μην είχε χάσει τον διαγωνισμό. Μια διαφορά ανάμεσα στον Rouchet και τον Pasteur ήταν τα θρεπτικά μέσα που χρησιμοποίησαν για τα πειράματά τους: ο Pasteur χρησιμοποιώντας μαγιά και ο Rouchet εκχυλίσματα βοτάνων. Το 1876 ανακαλύφθηκε ότι τα εκχυλίσματα βοτάνων περιέχουν έναν σπόρο που δεν είναι εύκολο να σκοτωθεί με το βράσιμο. Έτσι ενώ ο βρασμός του εκχυλίσματος μαγιάς προκαλεί την καταστροφή της, δεν συμβαίνει το ίδιο και στο εκχύλισμα βοτάνων όπου εκεί δεν προκαλείται στείρωση. Νέοι σχολιαστές έχουν εισηγηθεί ότι ο Rouchet θα μπορούσε να είχε πετύχει αν είχε μείνει στην πορεία του – έστω και για λάθος λόγους. Αξίζει να δούμε ότι πουθενά δεν διαβάζουμε ότι ο Pasteur επανέλαβε την εργασία του Rouchet με τα βότανα. Στην πραγματικότητα ο Pasteur εκτός από την παρατήρησή του σχετικά με την χρήση της λίμας αντί

των λαβίδων, δύσκολα ανέφερε τα πειράματα στα Πυρηναία, ξοδεύοντας περισσότερο από την κριτική του ενέργεια για τα παλιότερα πειράματα με τον υδράργυρο για τα οποία είχε ήδη μία έτοιμη εξήγηση. Τα πειράματα στα Πυρηναία, βεβαίως, μεταφέρθηκαν χωρίς υδράργυρο και μάλλον αυτή ήταν η αιτία μόλυνσης στη προηγούμενη δουλειά. Όπως μια από τις πηγές μας σημειώνει: "Αν ο Pasteur ποτέ επαναλάμβανε τα πειράματα του Rouchet, χωρίς υδράργυρο, σίγουρα κράτησε τα αποτελέσματα για τον εαυτό του" (απόσπασμα από το Farley and Geison, 1974, p. 33). Τα συμπεράσματα μέσα από την αναμέτρηση είχαν βγει, ενώ τα πειράματα στα Πυρηναία δεν είχαν ληφθεί ποτέ υπόψιν.

1.6.3.1. Η βρετανική επιστημονική διαμάχη τον 19^ο αιώνα για την αυτόματη γένεση

Οι γιατροί στην Αγγλία του 19ου αιώνα ήταν υπέρμαχοι μιας θεωρίας, που διατυπώθηκε για πρώτη φορά από τον Λίμπιχ την δεκαετία του 1840, πως οι μεταδοτικές ασθένειες είναι κάτι ανάλογο με τη ζύμωση, και θα μπορούσαν να εξαπλωθούν με χημικές τοξίνες τοπικά. Όταν η αιτία της χολέρας αποδόθηκε, εσφαλμένα, σε μύκητες το 1849, πολλοί Βρετανοί γιατροί που πίστευαν στη μικροβιακή θεωρία αισθάνθηκαν ότι αυτό είχε βάση. Έτσι, όταν οι διακηρύξεις του Pasteur έφτασαν στη Βρετανία, οι γιατροί αντιμετώπισαν με δυσπιστία το γεγονός ότι τα ζωντανά μικρόβια είναι η πηγή της μετάδοσης των μολύνσεων. Αντίθετα, προτιμούσαν τα χημικά δηλητήρια ως την πηγή, θεωρώντας τα μικρόβια ως υποπροϊόν της διαδικασίας της νόσου. Έτσι, όταν ο φυσικός John Tyndall έδωσε μια διάλεξη με τίτλο "Σκόνη και νόσοι," τον Ιανουάριο του 1870, προσυπογράφοντας τη μικροβιακή θεωρία του Παστέρ, πολλοί Βρετανοί γιατροί την εξέλαβαν ως αξιόποινη πράξη. Σύμφωνα με τον Tyndall, αν ένα φορτωμένο με μικρόβια σωματίδιο σκόνης πέσει στο ανθρώπινο σώμα, αυτός ή αυτή πάντα αρρωσταίνουν, ενώ κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει αν τα σωματίδια, ή τα «σύννεφα μικροβίων» προσγειωθούν αλλού.

Πρωτεργάτης μεταξύ των ιατρικών επαγγελματιών οι οποίοι ήταν αντίθετοι στον Tyndall ήταν ο Henry Bastian, καθηγητής παθολογικής ανατομίας στο University College του Λονδίνου. Ο Bastian, ένας δεδηλωμένος υπερασπιστής της εξέλιξης, έκανε πολλά πειράματα προσπαθώντας να δείξει ότι οι μικροοργανισμοί προκύπτουν μέσω αυτόματης γένεσης, ή "βιογένεσης."

Ο Bastian και πολλοί άλλοι που ενδιαφέρονταν για τη φυσική επιλογή πίστευαν ότι η θεωρία του Δαρβίνου προϋποθέτει την αυτόματη γένεση για να εξηγήσει την αρχική εμφάνιση κοινού προγόνου όλων των ειδών. Ο Bastian επίσης πίστευε ότι τα βακτήρια σε νοσοκώτες ασθενείς προέκυπαν από αυτόματη γένεση, ως υποπροϊόντα της διαδικασίας της νόσου. Το 1875 δημοσίευσε τα αποτελέσματα των πειραμάτων του δείχνοντας ότι τα βακτήρια θα μπορούσαν να υπάρχουν ακόμη στους σωλήνες με τις πολυάριθμες εγχύσεις ενώ είχαν βράσει για διάφορες περιόδους. Ο Tyndall επινόησε έναν έξυπνο θαλαμίσκο μέσα στον οποίο μπορούσε να πραγματοποιεί παρόμοια πειράματα απουσία σκόνης με μικρόβια, προσπαθώντας να αντικρούσει τις αξιώσεις του Bastian. Εν τω μεταξύ, ο στενός φίλος του Tyndall ο T. H. Huxley κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο Μπάστιαν «είχε πάρει από τους δοκιμαστικούς σωλήνες του ακριβώς ό,τι είχε τοποθετήσει σε αυτούς». Ο Huxley και ο Tyndall συμφώνησαν ότι οι ζωντανοί οργανισμοί μπορούσαν με κάποιο τρόπο να επιβιώνουν του βρασμού. Επιπλέον, οργανισμοί πιο περίπλοκοι όπως τα πρωτόζωα, θα πρέπει να προέρχονται από "σπόρους" ή "μικρόβια" παρόμοιων οργανισμών. Επίσης, προσπάθησαν να πείσουν τους επιστήμονες του κύκλου τους πως ο Bastian ήταν είτε ένας ανώριμος ερευνητής ή πως αλλοίωνε τα πειράματά του.

Όταν ο Huxley απευθύνθηκε στην Βρετανική Επιστημονική Ένωση στο Λίβερπουλ το Σεπτέμβριο του 1870, μετακινήθηκε λίγο από τις θέσεις του για να κερδίσει ρητορικά το πάνω χέρι από τον επαναπροσδιορισμό των όρων, υποστηρίζοντας ότι "βιογένεση" σημαίνει ζωή από άλλη ζωή. Δήλωσε ότι παρόλο που η "αβιογένεση" ήταν εν δυνάμει δυνατόν να συμβεί, θα μπορούσε να έχει συμβεί μόνο στις συνθήκες της αρχέγονης Γης. Αυτή η δυαδική ορολογία γρήγορα απλώθηκε και ενσωματώθηκε στα σχολικά εγχειρίδια. Η ειρωνεία δηλ. έγκειται στο γεγονός ότι ο Χάξλεϋ υφάρπαξε τον όρο "βιογένεση" από τον Bastian, ο οποίος τον χρησιμοποιούσε για να εννοεί ακριβώς το αντίθετο, δηλαδή, την αυτόματη γένεση! Για τον Huxley, ο επαναπροσδιορισμός των όρων της διαμάχης ήταν το πιο αποτελεσματικό χτύπημα που του εξασφάλισε τη νίκη.

Ήδη από το 1876, ο Tyndall συναντούσε αυξανόμενη δυσκολία με τα πειράματα που πραγματοποιούσε στους θαλάμους χωρίς σκόνη. Οι εμβολιασμοί που είχαν προηγουμένως αποστειρωθεί μετά από μόλις 5 λεπτά βρασμού δεν μπορούσαν να αποστειρωθούν ακόμη και μετά μία ώρα βρασμού. Το ίδιο έτος, η γερμανίδα βοτανολόγος Cohn εντόπισε ορισμένα είδη *Bacillus*, στο σανό και το τυρί, που παρουσίασαν ανάπτυξη μετά από παρατεταμένο βρασμό λόγω σχηματισμού ανθεκτικών στη θερμότητα ενδοσπορίων. Μόλις ενημερώθηκε για την εργασία της Cohn, ο Tyndall κατάλαβε αμέσως την πηγή των

δικών του πρόσφατων δυσκολιών. Φυσικά, οι ιδέες της Cohn κατέδειξαν, επίσης, ότι ο Tyndall και ο Huxley είχαν λάθος να θεωρούν τον Bastian έναν προχειρο, ανίκανο πειραματιστή. Ωστόσο, ακριβώς αυτή η άποψη για τον Bastian εμφανιζόταν σε αρκετά βιβλία μέχρι πολύ πρόσφατα. Ο μαθητής του Παστέρ Emile Duclaux ήταν ο μόνος σύγχρονος συγγραφέας, στον οποίο πιστώνεται το γεγονός ότι είδε θετικά το γεγονός ότι ο Bastian ήταν αυστηρά προσκολλημένος στα δικά του πειραματικά αποτελέσματα. Πράγματι, χωρίς την πρόκληση του Bastian, οι Παστέρ, Cohn, και Tyndall δεν θα μπορούσαν ποτέ τους να ανακαλύψουν ότι ήταν λάθος η στάση τους να αξιολογούν αρνητικά τις διαθέσιμες μαρτυρίες ή τα στοιχεία ότι τα βακτήρια επιβιώνουν σε αφεψήματα βρασμένου σανού, συμπεριλαμβανομένων των φιαλών του Παστέρ με λαιμό κύκνου, εξ αιτίας της ύπαρξης ανθεκτικών στη θερμότητα σπορίων. Ο Παστέρ ποτέ δεν παραδέχτηκε πως τυχαία γεγονότα κατέστησαν «αβιογενετικά» υλικά ικανά στο να συνενωθούν και να δημιουργήσουν τους πρώτους οργανισμούς- μια άποψη ευρέως διαδεδομένη σήμερα ανάμεσα στους βιολόγους.

Ο Tyndall προχώρησε στο να δείξει πως θρεπτικά μέσα που περιέχουν σπόρους μπορούν να αποστειρωθούν πολύ εύκολα αν τους βράσει κανείς για μισή ώρα σε τρεις διαδοχικές μέρες. Αυτός ο μη-συνεχής βρασμός, που σήμερα είναι γνωστός ως Τυνταλισμός, γίνεται ως εξής: Ο πρώτος βρασμός σκοτώνει όλα τα κύτταρα μικρόβια, αφήνοντας άθικτα τα σπόρια. Τα τελευταία, βρίσκουν την ευκαιρία στη συνέχεια να μετατραπύν σε βακτηρίδια χάνοντας έτσι την ανθεκτικότητά τους. Επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία για τρεις μέρες, σκοτώνονται όλα τα σπόρια αφού μετατραπύν σε κύτταρα και το θρεπτικό μέσο καθίσταται αποστειρωμένο. Έτσι, μετά τη δημοσίευση των πειραμάτων του Tyndall καταστράφηκε όλη η μαρτυρία που συνηγορούσε για την αυτόματη γένεση, χωρίς περαιτέρω προσπάθειες για αναβίωση.

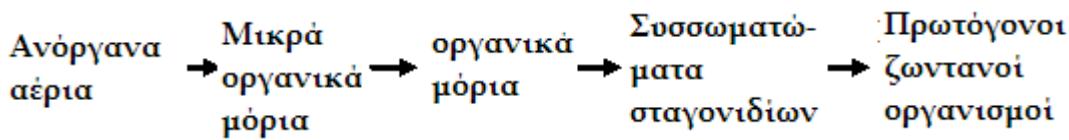
1.6.4.1. Παστέρ και Δαρβίνος

Στα μέσα του 19ου αιώνα η θεωρία της βιογένεσης είχε αποκτήσει τέτοια υποστήριξη από στοιχεία και παρατηρήσεις, λόγω του έργου του Παστέρ και άλλων, ώστε η εναλλακτική θεωρία της αυτόματης γένεσης είχε διαψευστεί αποτελεσματικά. Ο ίδιος ο Παστέρ σχολίασε, μετά από ένα αποφασιστικό εύρημα το 1864, «Το δόγμα της αυτόματης γένεσης δεν πρόκειται να ανανήψει από το θανατηφόρο χτύπημα που υπέστη από το απλό αυτό πείραμα». Η κατάρευση ωστόσο της θεωρίας της αυτόματης γένεσης άφησε ένα κενό στην επιστημονική σκέψη πάνω στο ερώτημα του πώς είχε πρωτοεμφανιστεί η ζωή.

Σε ένα γράμμα στον Τζίζεφ Ντάλτον Χούκερ την 1 Φεβρουαρίου του 1871, ο Κάρολος Δαρβίνος απάντησε στο ερώτημα, εισηγούμενος ότι η αρχική σπίθα της ζωής μπορεί να είχε προκύψει από μία «ζεστή λιμνούλα, με όλων των ειδών τα αμωνιακά και φωσφορικά άλατα, σπινθήρες, θερμότητα, ηλεκτρισμό κτλ. παρόντα, έτσι που μια πρωτεΐνη που δημιουργούνταν να ήταν έτοιμη να υποστεί ακόμα πιο πολύπλοκες αλλαγές». Συνέχισε εξηγώντας ότι «σήμερα κάτι τέτοιο θα είχε καταβροχθιστεί ή απορροφηθεί στιγμιαία, πράγμα που όμως δεν ίσχυε πριν την εμφάνιση της ζωής». Με άλλα λόγια, η παρουσία της ίδιας της ζωής κάνει την αναζήτηση της προέλευσής της να εξαρτάται από τις συνθήκες αποστείρωσης του εργαστηρίου.

1.6.5.1. Χάλντεϊν και Οπάριν: η θεωρία της αρχέγονης σούπας

Καμία σημαντική έρευνα ή θεωρία πάνω στο θέμα δεν εμφανίστηκε μέχρι το 1924, όταν ο Αλεξάντερ Οπάριν προέβαλε το επιχείρημα ότι το οξυγόνο της ατμόσφαιρας εμποδίζει την σύνθεση συγκεκριμένων οργανικών ενώσεων που είναι αναγκαία δομικά στοιχεία για την εξέλιξη της ζωής. Στο έργο του *Η προέλευση της Ζωής*, πρότεινε ότι η «αυτόματη γένεση της ζωής» η οποία είχε δεχθεί επίθεση από τον Παστέρ, στην πραγματικότητα συντελέστηκε μία φορά, και τώρα είναι αδύνατη επειδή η συνθήκες που επικρατούσαν στην νεαρή Γη έχουν αλλάξει, καθώς και λόγω της παρουσίας ζωντανών οργανισμών που θα καταβρόχθιζαν στιγμιαία οποιοδήποτε αυτόματα γεννημένο οργανισμό. Ο Οπάριν διατύπωσε την άποψη ότι μία «αρχέγονη σούπα» από οργανικά μόρια θα μπορούσε να δημιουργηθεί σε μία ατμόσφαιρα χωρίς οξυγόνο υπό την επίδραση του ηλιακού φωτός. Αυτά θα μπορούσαν να συνδυαστούν σε ακόμα πιο σύνθετους τρόπους μέχρι να σχηματίσουν συσσωματώματα σταγονιδίων (coacervates). Αυτά τα σταγονίδια θα μεγάλωναν συγχωνευόμενα με άλλα, και θα αναπαράγονταν χωριζόμενα σε θυγατρικά σταγονίδια, και έτσι θα είχαν και ένα πρωτόγονο μεταβολισμό στον οποίο οι παράγοντες που θα προήγαγαν την ακεραιότητα ενός «κυττάρου» θα επιβίωναν, σε αντίθεση με αυτούς που δεν θα την ευνοούσαν. Πολλές από τις σύγχρονες θεωρίες για την προέλευση της ζωής έχουν ως αρχικό σημείο τις ιδέες του Οπάριν (Rosenberg, 1971, ch. 1).

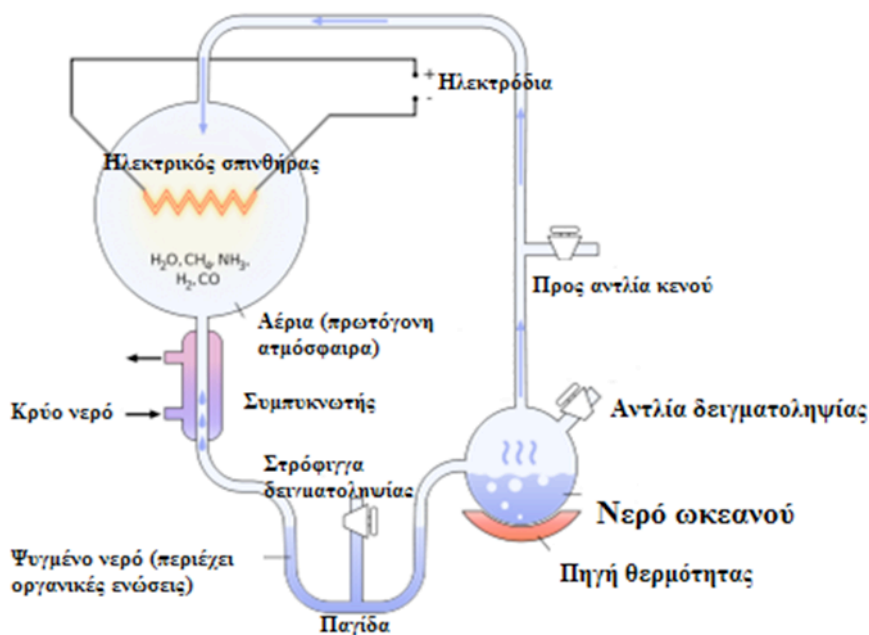


Περίπου τον ίδιο καιρό ο Haldane εξέφρασε την άποψη ότι πριν την εμφάνιση της ζωής, οι ωκεανοί της Γης - που διέφεραν πολύ από την σημερινή τους μορφή - θα είχαν σχηματίσει μια «ζεστή διαλυμένη σούπα» στην οποία θα μπορούσαν να σχηματιστούν οργανικές ενώσεις. Αυτή η ιδέα ονομάστηκε *βιοποίηση*, διαδικασία με την οποία η ζωή εξελίσσεται από αυτοαναπαράγομενα αλλά όχι ζωντανά μόρια.

Φάση 1: Σχηματισμός μικρών οργανικών μορίων. Το Πείραμα Miller-Urey

1.6.5.2. Το πείραμα Μίλερ-Ούρι (Miller-Urey)

Η θεωρία της αυτόματης γένεσης παρέμεινε στο περιθώριο, αλλά παρόλα αυτά φάνταζε για πολλούς ως μια βιώσιμη λύση για την προέλευση της ζωής, αλλά σε ένα θολό τοπίο. Το γεγονός που συνετέλεσε στο να αλλάξουν τα πράγματα ριζικά, ήταν η δημοσίευση στις 23 Απριλίου του 1953 από τους Watson –Crick στο περιοδικό *Nature* της εργασίας τους σχετικά με τη δομή του DNA. Τρεις εβδομάδες αργότερα, ένας μεταπτυχιακός φοιτητής στο Πανεπιστήμιο του Σικάγου με το όνομα Στάνλεϊ Μίλερ δημοσίευσε μια εργασία στο *Science*, στις 15 Μαΐου, με τίτλο "Μια παραγωγή αμινοξέων υπό πιθανές συνθήκες της πρωτόγονης γης".



Εικόνα 1.6.4: Η διάταξη του πειράματος Miller-Urey (en.Wikipedia.org).

Ο Miller ήταν φοιτητής του κατόχου βραβείου Νόμπελ Harold C. Urey (χημικός που ανακάλυψε το δευτέριο). Άκουσε σε μια διάλεξη τον Ούρι να λέει πως στις αναγωγικές συνθήκες (παρουσία υδρογόνου) που επικρατούσαν στην πρωταρχική ατμόσφαιρα της Γης οι συνθήκες ήταν ευνοϊκές για τον σχηματισμό απλών οργανικών μορίων. Έτσι αποφάσισε, με την άδειά του Ούρι, να θέσει σε δοκιμή την υπόθεση αυτή, χωρίς κανένας τους να γνωρίζει πως αυτό που έκαναν ήταν σε συμφωνία με την υπόθεση του Oparin (που τότε ζούσε στο Ανατολικό Μπλοκ).

Το πείραμα Μίλερ-Ούρι (ή πείραμα Ούρι-Μίλερ) ήταν ένα πείραμα το οποίο προσομοίωνε τις υποθετικές συνθήκες που πιστεύεται ότι επικρατούσαν τότε στην νεαρή Γη. Το 2008, μια επανάλυση των αρχειοθετημένων διαλυμάτων του Μίλερ από τα αρχικά πειράματα έδειξε ότι σε μία από τις συσκευές είχαν σχηματιστεί 22 αμινοξέα αντί για 5.

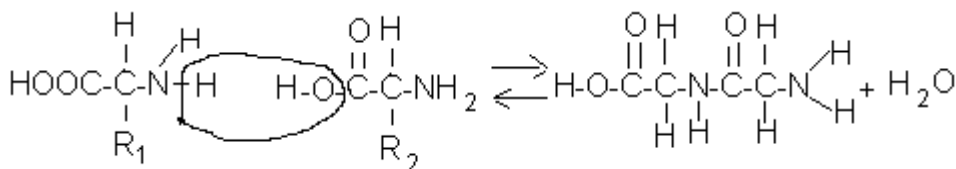
Για το συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήθηκε νερό (H²O), μεθάνιο (CH⁴), αμμωνία (NH³) και υδρογόνο (H²). Όλες οι ουσίες σφραγίστηκαν σε μια αποστειρωμένη διάταξη γυάλινων σωλήνων και φιαλιδίων συνδεδεμένων σε βρόγχο, με το ένα φιαλίδιο να είναι μισογεμάτο με νερό σε υγρή μορφή και ένα άλλο να περιέχει ζεύγος ηλεκτροδίων. Το νερό θερμαινόταν ώστε να προκληθεί εξάτμιση, ενώ πυροδοτούνταν σπινθήρες μεταξύ των ηλεκτροδίων ώστε να προσομοιωθούν οι αστραπές στην ατμόσφαιρα και τους υδρατμούς, ενώ στη συνέχεια η ατμόσφαιρα κρύωνε ξανά ώστε το νερό να υγροποιηθεί και να διαρρεύσει πίσω στο αρχικό φιαλίδιο σε συνεχή κύκλο.

Μετά το πέρας μιας εβδομάδας συνεχούς λειτουργίας, ο Μίλερ και ο Ούρι παρατήρησαν ότι το 10-15% του άνθρακα στο σύστημα είχε σχηματίσει οργανικές ενώσεις. Δύο τοις εκατό του άνθρακα είχε σχηματίσει αμινοξέα, τα οποία χρειάζονται για την παρασκευή πρωτεϊνών από τα ζωντανά κύτταρα, με την γλυκίνη να είναι το πιο συχνά εμφανιζόμενο. Σχηματίστηκαν ακόμα υδατάνθρακες, λιπίδια, και άλλα δομικά στοιχεία των νουκλεϊκών οξέων.

1.6.5.3. Φάση 2: Σχηματισμός μεγάλων οργανικών μορίων.

Ο Οπάριν πρότεινε πως μετά τη συγκεντρωση μεγάλων ποσοτήτων από αυτά τα μικρά οργανικά μόρια στους ωκεανούς και το πέρας εκατομμυρίων ετών, κάμποσα από αυτά θα μπορούσαν να ενωθούν και να σχηματίσουν μεγαλύτερα μόρια ή πολυμερή. Δηλ. η συνένωση αμινοξέων θα έδινε πρωτεΐνες, η συνένωση σαχάρων θα έδινε πολυσαχαρίτες, ενώ από ένα μίγμα σαχάρων, βάσεων αζώτου και φωσφορικού οξέος θα προέκυπταν νουκλεϊνικά οξέα.

Μερικά πειράματα που έγιναν επιβεβαίωσαν σε κάποιο βαθμό τη Φάση 2 της θεωρίας του Οπάριν. Τα πειράματα εκμεταλεύτηκαν το γεγονός πως όταν τέτοια μικρότερα μόρια συνενώνονται για τον σχηματισμό μεγαλύτερων μορίων, αποβάλλεται νερό.



Εικόνα 1.6.5.

Τα βέλη δείχνουν δύο αντίθετες διευθύνσεις για να τονίσουν ακριβώς το γεγονός πως η αντίδραση μπορεί να γίνει και στην αντίθετη κατεύθυνση, πως δηλ. στην παρουσία νερού τα μικρότερα μόρια μπορούν να διασπαστούν. Στην πραγματικότητα αυτό είναι και το πρόβλημα: όταν τα μακρομόρια εκτίθενται σε νερό, διασπώνται σε μικρότερα μόρια με μεγαλύτερη ταχύτητα από ότι δημιουργούνται. Για να ξεπεράσει το πρόβλημα αυτό ο Sidney Fox από το Πανεπιστήμιο της Φλόριδα στις ΗΠΑ, θέρμανε μείγμα ξηρών αμινοξέων στους 160° C για διάστημα 3 ωρών. Έτσι, το νερό που σχηματιζόταν εξατμιζόταν αμέσως και σχηματιζόταν μείγμα μορίων όμοιων με πρωτεϊνικά. Στην κριτική που του έγινε για τις υψηλές θερμοκρασίες του πειράματος, ο Φοξ ανέτεινε πως υπάρχουν στη Γη περιοχές με «θερμά σημεία» όπως θερμές πηγές, και ηφαίστια. Νεότερα πειράματα κατάφεραν να δημιουργήσουν σε τέτοιες συνθήκες μείγματα όλων των μεγαλομορίων που μοιάζουν με τον τρόπο που η «οργανική σούπα» υφίσταται συμπύκνωση για να δημιουργήσει τις ενώσεις των πολυμερών.

1.6.5.4. Φάση 3: Σχηματισμός συσσωματωμάτων (δηλ. σωματιδίων πλούσιων σε μεγαλομόρια, που δημιουργούνται σε εργαστηριακές συνθήκες μέσα σε αραιά γαλακτώματα).

Μερικοί αναφέρονται σε μικροσφαιρίδια ή σε πρωτεϊνικά πρωτοκύτταρα δίκην μικρών σφαιρικών μονάδων, τα οποία, όπως υποστηρίζεται από μερικούς επιστήμονες, υπήρξαν ως ένα βασικό στάδιο στην προέλευση της ζωής.

Το 1957, ο Σίντνευ Φοξ έδειξε ότι το ξηρό μείγμα αμινοξέων θα μπορούσε να υποστεί πολυμερισμό μετά από έκθεση σε μέτρια φωτιά. Όταν τα προκύπτοντα πολυπεπτίδια ή πρωτεϊνοειδή διαλυθούν σε ζεστό νερό και το διάλυμα αφεθεί να κρυώσει, σχηματίζονται μικρά σφαιρικά σωματίδια περίπου 2 μ σε διάμετρο, τα

μικροσφαιρίδια ή συσσωματώματα. Κάτω από κατάλληλες συνθήκες, τα μικροσφαιρίδια μπορούν να δώσουν νέες σφαίρες οι οποίες αναδύονται στην επιφάνειά τους.

1.6.5.5. Φάση 4: Βιολογικά πρωτοκύτταρα

Παρά το γεγονός ότι η εμφάνισή τους θυμίζει λίγο την κυτταρική, τα μικροσφαιρίδια από μόνα τους δεν είναι ζωντανόι σχηματισμοί. Παρόλο που αναπαράγονται αγενώς με βλάστηση, δεν μεταδίδουν οποιοδήποτε τύπο γενετικού υλικού. Ωστόσο, μπορεί να έχουν παίξει ουσιαστικό ρόλο στην ανάπτυξη της ζωής, προσφέροντας έναν όγκο, εγκλωβισμένο σε μεμβράνη, παρόμοια με εκείνη του κυττάρου. Τα μικροσφαιρίδια, όπως τα κύτταρα, μπορούν να αναπτυχθούν και να περιέχουν μια διπλή μεμβράνη που υφίσταται διάχυση των υλικών και όσμωση. Ο Σίντνεϊ Φοξ θεωρούσε ότι καθώς αυτά τα μικροσφαιρίδια, γινόντουσαν πιο περίπλοκα, θα μπορούσαν να διεξάγουν πιο ομοιάζουσες με τη ζωή λειτουργίες. Θα μπορούσαν να γίνουν ετερότροφοι οργανισμοί με την ικανότητα να απορροφούν θρεπτικά συστατικά από το περιβάλλον για την ενέργεια και την ανάπτυξή τους. Καθώς η ποσότητα των θρεπτικών συστατικών στο περιβάλλον μειωνόταν, ο ανταγωνισμός για τους πολύτιμους πόρους αυξάνετο. Οι ετερότροφοι με τις πιο πολύπλοκες βιοχημικές αντιδράσεις θα είχαν ένα πλεονέκτημα σε αυτό τον ανταγωνισμό. Με την πάροδο του χρόνου, θα εμφανίζοντουσαν μέσω εξέλιξης οργανισμοί που ενδεχομένως να χρησιμοποιούσαν τη φωτοσύνθεση για την παραγωγή ενέργειας. Παράλληλα, η τρομακτική αύξηση των ετερότροφων πρωτοοργανισμών είναι λογικό να συνοδεύτηκε από μια εξαφάνιση των θρεπτικών συστατικών, σε βαθμό που να μην είναι δυνατόν να εμφανιστούν ή να εμφανίζονται νέοι τέτοιου είδους πρωτο-οργανισμοί.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

Με βάση το παραπάνω και άλλα κείμενα απαντήστε στις εξής ερωτήσεις:

1. Αν ήσασταν στην Επιτροπή των σοφών που έκριναν τα πειράματα Pasteur- Pouchet, σε ποιον θα δίνατε το βραβείο; Αιτιολογείστε την άποψή σας.

Ποιος είχε δίκιο; Ποιος άδικο;

2. Τα πειράματα του Pasteur οδήγησαν στην διατύπωση μιας Παγκόσμιας αρχής.

A. Ποια ήταν αυτή;

B. Θα μπορούσατε να πείτε πως επέχει θέση Νόμου ή Θεωρίας; Γιατί ισχύει ή δεν ισχύει;

Γ. Θα μπορούσε να επαναδιατυπωθεί ώστε να καταστεί παγκόσμια αρχή ή νόμος;

Αν ναι, υπάρχει Βιολογική Θεωρία που να αντιστοιχεί στον Νόμο σας;

3. Πώς θα μπορούσε να επαναδιατυπωθεί η άποψη του Pouchet ή η άποψη του Pasteur για να έχουν ισχύ σήμερα; (Θέση Duhem-Quine). Διατυπώστε την άποψη Duhem-Quine με βάση την ιστορία των πειραμάτων των Pasteur- Tyndall.

4. Οι κοινωνικοί παράγοντες επηρεάζουν την επιστημονική διαδικασία; Αν ναι χρησιμοποιήστε το παράδειγμα της διαμάχης Παστέρ- Πουσέ για να εντοπίσετε σημεία που ενισχύουν ή σχετίζονται με την άποψή σας.

5. Η λεγόμενη «Επιστημονική Μέθοδος» ενισχύεται ή αμφισβητείται με τη συγκεκριμένη διαμάχη;

6. Ποιο ήταν το αρχικό μειονέκτημα της πειραματικής διάταξης των Miller-Urey; Πώς το ξεπέρασε ο Fox; Η άποψή τους συνιστά Επιστημονική θεωρία; Νόμο;

Βιβλιογραφία

Clough, M.P. & Olson, J.K. (2004). The nature of science: Always part of the science story. *The Science Teacher*, 71(9), 28–31.

- Dubos, R. (1960). *Pasteur and Modern Science*. Garden City, New York: Anchor Books, Science Study Series.
- Farley, J. & Geison, G.L. (1974). "Science, Politics and Spontaneous Generation in Nineteenth Century France: The Pasteur-Pouchet Debate. *Bulletin of the History of Medicine*, 48, 161-198.
- Izquierdo, M. (2008). Η αντιπαράθεση ανάμεσα στον Pouchet και τον Pasteur για την αυτόματη γένεση: κατασκευή ενός διδακτικού γεγονότος με βάση ένα ιστορικό γεγονός. Στο: Β. Κουλαϊδής, Α. Αποστόλου, Κ. Καμπουράκης (επιμ.), *Η Φύση των Επιστημών Διδακτικές Προσεγγίσεις* (σ. 257–264). Αθήνα: Child Services.
- Leicester, M.H., (1993), *Ιστορία της Χημείας*, Εκδόσεις Τροχαλία.
- McComas, W.F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17, 249–263.
- McMullin, E. (1987). Scientific controversy and its termination. T.H. Engelhardt & A.L. Caplan (επιμ.), *Scientific controversies* (σ. 49–91). New York: Cambridge University Press.
- Rosenberg E. (1971). *Cell and Molecular Biology, an appreciation*. Holt, Rinehart and Winston, Inc. New York, Chicago.
- Strick, J.E. (1997). Reexamining several episodes reveals the complexity and human richness of science in the makina. *ASM News*, Volume 63, Number 4 / 193-198.
- Αναπολιτάνος, Δ., Αραμπατζής, Θ., Καρακώστας, Β. & Κιντή, Β. (2005). *Η Εξέλιξη των Ιδεών στις Φυσικές Επιστήμες. Τόμος Γ', Φιλοσοφία της Επιστήμης*. ΕΑΠ, Πάτρα.
- Βάρβογλης, Α. (1995), *Μεγάλοι χημικοί - Η παλιά φρουρά*, Εκδόσεις Ζήτη.
- ΠΑΠΥΡΟΣ LAROUSSE BRITANNICA Τόμοι 48-50.
- Γαβρόγλου, Κ. (2003). *Ιστορία της φυσικής και της χημείας*. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.