Πρακτικά 16ου Σεμιναρίου

«Η Διδασκαλία της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση- Το Παρόν Και Το Μέλλον»

Επιμέλεια: Βασιλεία Σινάνογλου –
Φιλλένια Σιδέρη

Αθήνα 2007

16ο Σεμινάριο:
Η Διδασκαλία της Χημείας
Το Παρόν και το Μέλλον

Οργάνωση:Τμήμα Παιδείας και Χημικής Εκπαίδευσης
Ένωση Ελλήνων Χημικών

Επιστημονική επιτροπή

Γεωργιάδου Τασούλα	*Σχολική Σύμβουλος*
Δανίλη Ελένη	*Σχολική Σύμβουλος*
Καραγκιοζίδης Πολυχρόνης	*Χημικός M.Sc - Σχολικός Σύμβουλος*
Καραλιώτα Αντα	*Χημικό τμήμα ΕΚΠΑ*
Κουσαθανά Μαργαρίτα	*[2]Επιστημονική συνεργάτιδα ΠΜΣ ΔιΧηΝΕΤ, Πειραματικό Σχολείο Πανεπιστημίου Αθηνών*
Λευκοπούλου Σουλτάνα	*Σχολική Σύμβουλος*
Μαρκογιαννάκης Δημοσθ.	*Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση*
Πιερρή Ευγενία	*Σχολική Σύμβουλος*
Σάλτα Κατερίνα	*[1]Τμήμα Χημείας ΕΚΠΑ*
Σαραντόπουλος Παναγιώτης	*Σχολικός Σύμβουλος*
Σταμοβλάσης Δημήτρης	*Δρ. Διδακτικής της Χημείας-Δευτεροβάθμια εκπαίδευση*
Σταμπάκη Δέσποινα	*Αν. Καθηγήτρια Τμήμα Χημείας ΕΚΠΑ*
Τρικαλίτη Αγγελική	*Σχολική Σύμβουλος*

Οργανωτική επιτροπή

Γιαννακουδάκης Δημήτρης	*Χημικός – Υποψήφιος Διδάκτορας Α.Π.Θ.*
Γραμματικάκη Κλεοπάτρα	*Χημικός M.Sc*
Δράκος Αντώνης	*Χημικός-Υπ. Διδάκτορας Γ.Π.Α.*
Κουσαθανά Μαργαρίτα	*[2]Επιστημονική συνεργάτιδα ΠΜΣ ΔιΧηΝΕΤ, Πειραματικό Σχολείο Πανεπιστημίου Αθηνών*
Παπαθεοφάνους Παύλος	*Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση*
Σιδέρη Φιλλένια	*Ιδιωτική Εκπαιδευτικός*
Σινάνογλου Βασιλεία	*Καθ. Εφαρμογών- ΤΕΙ Τεχνολογίας Τροφίμων*
Τάσσης Μιχάλης	*Τεχνολογίας Τροφίμων –ΤΕΙ Αθήνας*
Τσιροπούλα Μαίρη	*Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση*
Φωτάκης Χαράλαμπος	*Μετ. φοιτητής-Τμήμα Χημείας ΕΚΠΑ*

Γραμματειακή Υποστήριξη Τσιμπογιάννη Καίτη
Καλλιάνη Μαρία

Ευχαριστίες
Ευχαριστούμε το Δήμο της Αθήνας και ιδιαίτερα τον Αντιδήμαρχο κ. Γεώργιο Δημόπουλο για την παραχώρηση του αμφιθεάτρου του 9.84 για την πραγματοποίηση του σεμιναρίου.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 16ου ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟΥ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟΥ

«Η Διδασκαλία της Χημείας – Το Παρόν και το Μέλλον»

Σάββατο 1 Δεκεμβρίου

9.00-9.30	Εγγραφές συνέδρων	
9.30-10.00	Προσφωνήσεις	
Προεδρείο	**Κουσαθανά Μαργαρίτα- Φωτάκης Χαράλαμπος**	
Αντικείμενο: Διδακτική-Σχέδια εργασίας		
10.00-10.30	Α. Σαραντινού*[1], Δ. Σταμπάκη-Χατζηπαναγιώτη[2] [1] Μεταπτυχιακή φοιτήτρια του ΜΠΣ ΔιΧηΝΕΤ, Τμήμα Χημείας ΕΚΠΑ, [2] Αναπ. Καθηγήτρια Τμήμα Χημείας ΕΚΠΑ ***Προτεινόμενο Σχέδιο Μαθήματος για την «Προώθηση» της Οξείδωσης – Αναγωγής στο Γυμνάσιο***	
10.30-11.00	Κατερίνα Σάλτα*[1] , Χρύσα Τζουγκράκη[1] [1]Τμήμα Χημείας ΕΚΠΑ, ***Οι Δυσκολίες των Μαθητών στην Κατανόηση της Χημικής Αντίδρασης και της Διατήρησης της Μάζας***	
11.00-11.30	Ξ. Βαμβακερός (*), Ε. Α. Παυλάτου[2], Ν. Σπυρέλλης[3] Εργαστήριο Γενικής Χημείας, Σχολή Χημικών Μηχανικών, ***Επισκόπηση απόψεων Χημικών και Χημικών Μηχανικών στις σύγχρονες τάσεις στη Διδακτική της Χημείας***	
11.30-12.00	Βασιλική Γκίτζια*[1],Κατερίνα Σάλτα[1],Χρύσα Τζουγκράκη[1] [1] Τμήμα Χημείας ΕΚΠΑ ***Ανάπτυξη Ενός Μοντέλου Ελέγχου της Καταλληλότητάς των Χημικών Αναπαραστάσεων στα Σχολικά Εγχειρίδια και Εφαρμογή του στο Βιβλίο Χημείας της Α΄ Λυκείου***	
12.00-12.30	**Διάλειμμα- Καφές**	
Προεδρείο	**Σιδέρη Φιλλένια – Γιαννακουδάκης Δημήτρης**	
12.30-13.00	Προσκεκλημένη Ομιλία **Κωνσταντίνος Πούλος** Καθηγητής Οργανικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Πατρών	***Πράσινη Χημεία: Μία πρόκληση για την Εκπαίδευση και για την Αειφορία***
Αντικείμενο: Αξιολόγηση-Επιστήμη -Κοινωνία - Τεχνολογία		
13.00-13.30	Μπότση Σ.[1], Κουσαθανά Μ.[2], Παπαρηγοπούλου Μ.[3] [1]Μεταπτυχιακή φοιτήτρια ΠΜΣ ΔιΧηΝΕΤ [2]Επιστημονική συνεργάτιδα ΠΜΣ ΔιΧηΝΕΤ, *Πειραματικό Σχολείο Πανεπιστημίου Αθηνών*	

	[3]Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Χημικό τμήμα, ΕΚΠΑ ***Η διδασκαλία του φαινομένου του θερμοκηπίου: Μια διδακτική πρόταση βασισμένη σε ένα διαφοροποιημένο πρόγραμμα Επιστήμης – Κοινωνίας – Τεχνολογίας***	
13.30-14.00	Δανίλη Ελένη - Σχολική σύμβουλος ΠΕ04 ***Ερωτήσεις Πλέγματος Δομημένων Πληροφοριών: Μία Εναλλακτική Μέθοδος Διαγνωστικής Αξιολόγησης***	
14.00-14.30	Μιχάλης Γισδάκης[1] ,Βενετία Κακουλίδου[1*],Δρ Αγγελική Τρικαλίτη[2] Δρ Μιχάλης Σκούλλος[3] [1]Μεταπτυχιακός Φοιτητής Δι.Χη.Ν.Ε.Τ [1] Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια Δι.Χη.Ν.Ε.Τ [2] Σχολική σύμβουλος Πειραιά, [3] Καθηγητής Χημείας Περιβάλλοντος ΕΚΠΑ ***Πρόσθετα τροφίμων: Ένα σχέδιο εργασίας (project) για το πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης***	
14.30-16.30	**Διάλειμμα- Φαγητό**	
Αντικείμενο: Ιστορία και Φιλοσοφία της Χημείας		
Προεδρείο	**Σινάνογλου Βασιλεία- Θεοδωρόπουλος Παναγιώτης**	
16.30-17.00	Μανώλης Γασπαράκης (PhD) ***Αναζητώντας τη χαμένη(;) γοητεία της Χημείας***	
17.00-17.30	Κωνσταντίνα Στεφανίδου, ΕΚΠΑ, ΠΤΔΕ, Εργαστήριο Επιστημολογίας ***Ο ρεαλισμός του Albert Einstein– Είχε συγκεκριμένη θεωρία για τη γνώση;***	
17.30-18.00	Προσκεκλημένη Ομιλία **Ευθύμιος Μπόκαρης** Επίκουρος Καθηγητής Βιομηχανικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων	***Η «Χυμεία» και η «Χημεία» τον 18ο –αρχές του 19ου αιώνα στις Ελληνόφωνες περιοχές***
18.00-18.30	Λεωνίδας Τσουμπελής, Διδάκτωρ της Διδακτικής των Φ. Επιστημών, Σύμβουλος ΠΕ04 Β/θμιας Εκπαίδευσης Πειραιά ***Η μελέτη Φυλογένεσης και Οντογένεσης ως εργαλείο της Διδακτικής Μετάπλασης των Εννοιών και των Μοντέλων . Η περίπτωση του Φαινομένου της Ώσμωσης.***	
18.30-19.00	Διάλειμμα- Posters	
19.00-19.30	**Στρογγυλό τραπέζι:** ***Η διδασκαλία της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση – Προβλήματα – Προοπτικές – Προτάσεις*** Συντονίστρια: Φιλλένια Σιδέρη	Μητσοπούλου Χριστιάνα *Αν. Καθηγήτρια, Τμήμα Χημείας-ΕΚΠΑ*
19.30-20.00		Καφετζόπουλος Κώστας *Πάρεδρος Χημείας στο Π.Ι.*
20.00-20.30		Κουσαθανά Μαργαρίτα *Επιστημονική συνεργάτιδα ΠΜΣ ΔιΧηΝΕΤ, Πειραματικό Σχολείο Π.Αθ.*

Κυριακή 2 Δεκεμβρίου	
Προεδρείο	**Δράκος Αντώνης –Τάσσης Μιχάλης**
Αντικείμενο: Εργαστηριακή Εκπαίδευση	
9.00-9.30	Δ.Μαρκογιαννάκης[1] Κ. Παπαθανασίου[2] Ι.Μαρκογιαννάκης[3] [1,2] Χημικοί καθ. Δευτεροβάθμιας [3] Χημικός -Μεταπτυχιακός φοιτητής Πολυτεχνείου Κρήτης ***Προτάσεις για την Εργαστηριακή Διδασκαλία της Χημείας στη Β΄ Λυκείου (κατεύθυνσης)***
9.30-10.00	Ιωάννης Γράψας, Δρ. Χημικός - Ζάννειο Πειραματικό Γυμνάσιο Πειραιά ***Η τιτλοδότηση διαλύματος οξέος ή βάσης με την αυτόματη πεχαμετρική μέθοδο, ως μέσο διδακτικής αξιοποίησης της «σιγμοειδούς» καμπύλης εξουδετέρωσης***
10.00-10.30	Μουρατίδου Φρειδερίκη Χημικός, - (M. Ed Υπεύθυνος ΕΚΦΕ Πέλλας) ***Αγωγιμότητα των ηλεκτρολυτικών διαλυμάτων με μικροκλίμακα***
10.30-11.00	Λεωνίδας Τζιανουδάκης, Χημικός , Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Ρεθύμνου ***Σχολικό πείραμα Χημείας.*****(Ασφαλώς ναι, αλλά πώς;)**
11.00-11.30	Πολυχρόνης Σ. Καραγκιοζίδης Χημικός M.Sc - Σχολικός Σύμβουλος ***Πρόταση διδασκαλίας εργαστηριακών ασκήσεων για τα Επαγγελματικά Λύκεια (ΕΠΑ.Λ.) – Επαγγελματικές Σχολές (ΕΠΑ.Σ.)***
11.30-12.30	Διάλειμμα- Καφές
Αντικείμενο: Σχέδια Εργασίας- Νέες Τεχνολογίες	
Προεδρείο	**Γραμματικάκη Κλεοπάτρα-Παπαθεοφάνους Παύλος**
12.00-12.30	Μαρία Μπαγανά*, Νίκος Μπεκιάρης, Παναγιώτης Γιαννακουδάκης Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Χημείας-ΔιΧηΝεΤ ***Δημιουργία Εκπαιδευτικής Ιστοσελίδας με θέμα: «Οξειδοαναγωγή: Θεωρία και Εφαρμογές»***
12.30-13.00	Γεώργιος Κορακάκης[1], Ευαγγελία Α. Παυλάτου[1], Ιωάννης Παλυβός[2], Νικόλαος Σπυρέλλης[1] [1] Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Εργαστήριο Γενικής Χημείας, Σχολή Χημικών Μηχανικών [2] Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Υπολογιστικό Κέντρο, Σχολή Χημικών Μηχανικών, ***Μελέτη της επίδρασης τριών διαφορετικών μορφών οπτικοποίησης σε μια διαδραστική πολυμεσική εφαρμογή της Χημείας Γ΄ Λυκείου***
13.00-13.30	Μιχαήλ Σκούλλος[1] και Δημήτριος Δικαιάκος[2*] [1] ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ, ***Παρουσίαση εκπαιδευτικού υλικού Για το περιβάλλον και την αειφόρο ανάπτυξη***
13.30-14.00	Μαρία Βλάσση[1]*, Αλεξάνδρα Καραλιώτα[2] [1] Εκπαιδευτικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης, Υποψήφια Διδάκτωρ Τμήματος Χημείας, Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου, mvlassi@yahoo.com [2] Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Τμήματος Χημείας, Τομέας Ανόργανης Χημείας, Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου ***«Ότι φαίνεται αντανακλά το είδος του χημικού δεσμού»***

Προσκεκλημένες ομιλίες

Πράσινη Χημεία: Μία πρόκληση για την Εκπαίδευση και για την Αειφορία

Κωνσταντίνος Πούλος
Καθηγητής Οργανικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Πατρών

Η Πράσινη Χημεία είναι βασικός παράγοντας για την επίτευξη της Βιωσιμότητας ή Αειφορίας όπως διακηρύχθηκε στην παγκόσμια διάσκεψη του Ρio το 1992. Η βιωσιμότητα στηρίζεται σε μία βιώσιμη κοινωνία η οποία έχει ως προϋπόθεση την Βιώσιμη εκπαίδευση, βασικός δε παράγοντας για την επίτευξή της είναι η εισαγωγή της Πράσινης Χημείας σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Η φιλοσοφία της Πράσινης Χημείας πρέπει να διαχυθεί στην Δημοτική Εκπαίδευση, να εδραιωθεί στην Δευτεροβάθμια και να ολοκληρωθεί στην Τριτοβάθμια, ώστε η νέα γενιά ερευνητών να αναθεωρήσουν τις παραμέτρους που λαμβάνουν υπόψη στο σχεδιασμό και διεξαγωγή της ερευνάς τους και να λειτουργούν με βάση τις αρχές και τη φιλοσοφία της Πράσινης Χημείας. Η μεθοδολογία διάχυσης της Πράσινης Χημείας στα αναλυτικά προγράμματα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης θα αναλυθεί.

Πράσινη Χημεία: Μία πρόκληση για την Εκπαίδευση και για την Αειφορία

Κωνσταντίνος ΠούλοΣελίδα 7 από 30ς
Καθηγητής Οργανικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Πατρών

Η Χημεία είναι μία κεντρική και δημιουργική επιστήμη που συνδέεται με την ζωή του ανθρώπου και του πλανήτη γη και έχει προσφέρει, άμεσα ή έμμεσα, στα περισσότερα τεχνολογικά επιτεύγματα όπως: αντιβιοτικά, εμβόλια, εξειδικευμένα φάρμακα λιπάσματα, γεωργικά φάρμακα, πλαστικά, πολυμερή, διάφορα συνθετικά υλικά, προηγμένα ηλεκτρονικά καύσιμα καθαρισμός του νερού και πολλά άλλα που έχουν διαμορφώσει την σημερινή ποιότητα ζωής του ανθρώπου.

Παρά τα οφέλη της κοινωνίας από τα επιτεύγματα της Χημείας και της Τεχνολογίας είναι γεγονός, που συνδέεται άμεσα με την αλόγιστη ανάπτυξη που χαρακτηρίζει τον 20^{ο} αιώνα, ότι η

βιομηχανική παραγωγή των αγαθών, οι διεργασίες που χρησιμοποιήθηκαν, η χρήση των αγαθών και η διάθεση ορισμένων χημικών ουσιών είχαν σαν αποτέλεσμα σημαντική και μετρίσιμη αρνητική επίδραση στην υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον. Η επιστήμη είναι ανεξάρτητη και την ευθύνη για όλα αυτά έχει ο άνθρωπος ο οποίος χρησιμοποίησε τα επιτεύγματα της Χημείας και των άλλων επιστημών χωρίς αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων έναντι των κινδύνων για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Είναι επίσης γεγονός ότι η κοινωνία μας είναι και θα είναι εξαρτημένη από την Χημεία διότι παράγει χημικά προϊόντα απαραίτητα για την ποιότητα ζωής ενώ ταυτόχρονα είναι η βάση της οικονομίας κάθε βιομηχανοποιημένης χώρας. Από την άλλη όμως πλευρά είμαστε υποχρεωμένοι όχι μόνο να διατηρήσουμε την ποιότητα ζωής που έχουμε αλλά να πάρουμε και τα κατάλληλα μέτρα ώστε οι απόγονοί μας και οι επόμενες γενεές να έχουν την ίδια ή και καλύτερη ποιότητα ζωής στα πλαίσια της Βιωσιμότητας ή Αειφορίας ή Βιώσιμης Ανάπτυξης.

Αειφορία είναι ένας οικείος όρος στην εκπαιδευτική κοινότητα διότι τα τελευταία χρόνια έχει εισαχθεί και προωθείται διεθνώς σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. ***Τι όμως αντιπροσωπεύει και τι περιγράφει η λέξη «Αειφορία»;***

Η ιδέα της βιωσιμότητας εμφανίστηκε στην Ευρώπη τον 13^{ο} αιώνα και ορίστηκε για πρώτη φορά το 1987 από την World Commission on Environment and Development ,με επικεφαλής την Gro Harlem Brundland τότε πρωθυπουργό της Νορβηγίας, ως εξής:

«Βιωσιμότητα είναι η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακινδυνεύεται η δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες...».

Στα μέσα του 20^{ου} αιώνα η κοινωνία μας διαπιστώνει ότι η **απεριόριστη ανάπτυξη** είχε δυσμενείς και μετρήσιμες επιδράσεις στο περιβάλλον και τον άνθρωπο. Μέσα στη δίνη της σύγχρονης κρίσεως, η ανθρωπότητα μπόρεσε να αρθεί στο ύψος της ευθύνης της σε δύο κορυφαίους σταθμούς για την ιστορία της. Ο πρώτος σταθμός ήταν η **Παγκόσμια Διάσκεψη της Στοκχόλμης (1972)**, είδε και διακήρυξε για πρώτη φορά την ανάγκη προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος.

Ο δεύτερος κορυφαίος σταθμός στην ιστορία της ανθρωπότητας ήταν η **Παγκόσμια Διακήρυξη του Ρίο (1992)** που έγινε με πρωτοβουλία του ΟΗΕ και 170 κράτη υπέγραψαν την Διακήρυξη του Ρίο και την Agenda '21 το στρατηγικό σχέδιο με το οποίο υπέδειξε και όλες εκείνες τις αλλαγές που πρέπει να γίνουν για να πραγματοποιηθεί το όραμα της Βιωσιμότητας.

Βιωσιμότητα είναι : ***Φροντίδα και καθήκον μας για ασφαλές μέλλον των απογόνων μας, των μελλοντικών γενεών και της ίδιας της γης.***

Βιωσιμότητα είναι το κλειδί στη νέα κατεύθυνση του πολιτισμού μας είναι μία κατεύθυνση που εκφράζει μία υψηλή ηθική ιδέα και αναγκάστηκε να πάρει η ανθρωπότητα όταν είδε τις καταστροφές και τους κινδύνους που συσσώρευσε η επιδίωξη του ανέφικτου ονείρου της κοινωνίας της αφθονίας μέσω της απεριόριστης ανάπτυξης.

Βασικοί παράγοντες της Βιωσιμότητας είναι:

- Το υγιές περιβάλλον και η ανθρώπινη υγεία
- Σταθερή οικονομία που χρησιμοποιεί ενέργεια και πρώτες ύλες αποδοτικά
- Κοινωνικά και πολιτικά συστήματα που οδηγούν σε μία δίκαιη κοινωνία.

Μέσα από την Agenda '21 βγαίνουν και οι απαιτήσεις/προϋποθέσεις για την βιώσιμη ανάπτυξη που είναι οι εξής:

- Χρησιμοποιούνται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και πρώτων υλών.
- Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των αγαθών που χρειάζεται ο άνθρωπος δεν βλάπτουν το περιβάλλον ή την ανθρώπινη υγεία.
- Μετά τη χρήση τους τα υλικά είναι ανακυκλώσιμα εάν δεν είναι βιοαποικοδομήσιμα σε προϊόντα αβλαβή για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.
- Βιομηχανικές διεργασίες είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε :
  - Δεν παράγονται απόβλητα ή
  - Τα απόβλητα ανακυκλώνονται ή
  - Τα απόβλητα βιοαποικοδομούνται

Η Βιώσιμη Ανάπτυξη δεν είναι ούτε μυστικιστική αποκάλυψη, ούτε φιλοσοφικό δόγμα, ούτε πολιτικό ιδεολόγημα αλλά μία πραγματικότητα και ένα όραμα που στηρίζεται και

αναπτύσσεται σε τρεις πυλώνες: Κοινωνία, περιβάλλον και οικονομία.

Με βάση τη Διακήρυξη του Ρίο και την Agenda 21 η Πράσινη Χημεία είναι το κλειδί για βιώσιμη παιδεία και επιστήμη που είναι απαραίτητα για να υπηρετηθεί σωστά η αειφορία.

Το ερώτημα είναι τι είναι η Πράσινη Χημεία και γιατί είναι σημαντική η διάχυσή της σε όλες τις βαθμίδες της Εκπαίδευσης;

Η **Πράσινη Χημεία (Green Chemistry)** είναι μία νέα φιλοσοφία της Χημείας με βασική αρχή τη πρόληψη της ρύπανσης του περιβάλλοντος στη πηγή: «Είναι καλύτερα να προλαμβάνουμε τη δημιουργία αποβλήτων και τοξικών ουσιών παρά να τα αντιμετωπίζουμε μετά την δημιουργία τους με διάφορες κατεργασίες».

Η Πράσινη Χημεία (Green Chemistry) εμφανίστηκε δυναμικά στον επιστημονικό χώρο στις αρχές της τελευταίας δεκαετίας του 20^{ου} αιώνα. Ονομάζεται και Βιώσιμη Χημεία (Sustainable Chemistry) έχει όμως επικρατήσει ο όρος Πράσινη Χημεία που πρωτοεισήχθηκε από τον Paul Anastas και ο οποίος έχει δώσει τον παρακάτω ορισμό. *« Πράσινη Χημεία είναι η χρησιμοποίηση ενός συνόλου αρχών με την εφαρμογή των οποίων μειώνεται ή εξαλείφεται η χρήση ή η δημιουργία επικίνδυνων ουσιών στις διεργασίες σχεδιασμού, παραγωγής και εφαρμογής των χημικών προϊόντων»* και βασίζεται σε 12 Αρχές.

Οι 12 Αρχές της Πράσινης Χημείας

Πρόληψη

Είναι προτιμότερο να προλαμβάνουμε τα απόβλητα από το να κατεργαζόμαστε ή να καθαρίζουμε τα απόβλητα αφού σχηματιστούν.

Οικονομία Ατόμου

Οι μέθοδοι σύνθεσης πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε όλα τα άτομα των αντιδρώντων ή όσον το δυνατόν περισσότερα να συμμετέχουν στο τελικό προϊόν

Λιγότερο επικίνδυνες χημικές συνθέσεις

Σχεδιασμός συνθετικών μεθόδων ώστε να χρησιμοποιούν κα να δημιουργούν ουσίες που έχουν ελάχιστη ή καθόλου τοξικότητα στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Σχεδιασμός συνθετικών μεθόδων ώστε να χρησιμοποιούν κα να δημιουργούν ουσίες που έχουν ελάχιστη ή καθόλου τοξικότητα στον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Σχεδιασμός ασφαλέστερων χημικών προϊόντων

Τα χημικά προϊόντα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να είναι αποτελεσματικά για τον σκοπό που σχεδιάστηκαν με ελαχιστοποίηση της τοξικότητάς των.

Ασφαλέστεροι διαλύτες και βοηθητικά μέσα
Η χρήση διαλυτών να αποφεύγεται ή όπου χρησιμοποιούνται να είναι αβλαβείς.
Σχεδιασμός για ενεργειακή αποτελεσματικότητα
Μείωση της απαιτούμενης ενέργειας στις διάφορες χημικές διεργασίες και όπου είναι δυνατόν να γίνονται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και ατμοσφαιρική πίεση.
Χρήση ανανεώσιμων πρώτων υλών
Οι πρώτες ύλες πρέπει να είναι ανανεώσιμες
Μείωση ενδιαμέσων παραγώγων
Μη απαραίτητα παράγωγά όπως προστατευτικές ομάδες, προστασία αποπροστασία, προσωρινές τροποποιήσεις φυσικών και/ή χημικών διεργασιών πρέπει να ελαχιστοποιηθούν ή να αποφεύγονται διότι τα στάδια αυτά απαιτούν επιπλέον αντιδραστήρια και δημιουργούν απόβλητα.
Κατάλυση
Καταλυτικά αντιδραστήρια, κατά το δυνατόν εκλεκτικά, υπερέχουν των αντιδραστηρίων που επιβάλλει η στοιχειομετρία της αντίδρασης.
Σχεδιασμός αποικοδομήσιμων προϊόντων
Προϊόντα που αποικοδομούνται στο περιβάλλον προς μη τοξικά προϊόντα και δεν διατηρούνται ανέπαφα για μεγάλο χρονικό διάστημα.
Ανάλυση πραγματικού χρόνου για πρόληψη της ρύπανσης
Ανάπτυξη μεθόδων ανάλυσης πραγματικού χρόνου που θα επιτρέπουν τον έλεγχο των διεργασιών όσον αφορά το σχηματισμό επικίνδυνων ουσιών
Ασφαλέστερη χημεία για την πρόληψη ατυχημάτων
Οι χρησιμοποιούμενες και παραγόμενες ουσίες σε μία χημική διεργασία πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε να υπάρχει ελάχιστη πιθανότητα χημικών ατυχημάτων συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών, εκρήξεων και ανάφλεξης

Στόχοι της Πράσινης Χημείας είναι η μείωση επικίνδυνων ουσιών που σχετίζονται με προϊόντα και διεργασίες που είναι απαραίτητα όχι μόνο για την διατήρηση της Ποιότητας Ζωής που έχει πετύχει η κοινωνία μας μέσω της Χημείας αλλά και η περαιτέρω προώθηση των τεχνολογικών επιτευγμάτων της Χημείας κατά τρόπο Βιώσιμο.

Υλοποίηση των στόχων της Πράσινης Χημείας. Η Πράσινη Χημεία χαρακτηρίζεται από πολυεπιστημινικότητα και η πραγματοποίηση των στόχων της απαιτεί την συνεργασία μιας πολυεπιστημονικής ομάδας (Χημικοί, Χημικοί-Μηχανικοί,

Βιολόγοι, Φυσικοί, Περιβαλλοντολόγοι, Μηχανικοί, Οικονομολόγοι κ.ά.) η οποία θα στηριχθεί από την Πολιτεία, την Βιομηχανία και την Κοινωνία γενικότερα.

Η Πράσινη Χημεία δεν είναι μόνο Γνώση αλλά και Στάση Ζωής διότι σύμφωνα με τους στόχους της πρέπει να διατηρήσουμε και να βελτιώσουμε όχι μόνο τη δική μας ποιότητα ζωής αλλά να εξασφαλίσουμε και αυτή των μελλοντικών γενεών.

Η Βιώσιμη ανάπτυξη εξαρτάται από την παραγωγή υλικών αγαθών και υπηρεσιών σε ένα συνεχώς αυξανόμενο πληθυσμό χωρίς να θυσιάζεται η ποιότητα του περιβάλλοντος. Ο στόχος αυτός δεν επιτυγχάνεται μόνο από την έρευνα στην Πράσινη Χημεία και στην Πράσινη Χημική Τεχνολογία αλλά απαιτούνται εκπαίδευση, αποδοχή και εφαρμογή των αρχών της Πράσινης Χημείας από τη βιομηχανία και τη στήριξη της κοινωνίας. Οι επιστήμονες σε ολόκληρο τον κόσμο έχουν αναγνωρίσει το ζωτικό ρόλο της εκπαίδευσης στη Πράσινη Χημεία, όχι μόνο σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης αλλά και στο ευρύτερο κοινό. Η υλοποίηση της παραπάνω διαπίστωσης είναι ένα τεράστιο εγχείρημα και παρουσιάζει ποικίλα προβλήματα που οφείλονται κυρίως στην διαφοροποίηση μεταξύ των διαφόρων κρατών στα εκπαιδευτικά συστήματα, στα προγράμματα σπουδών, στην επιμόρφωση των καθηγητών κ.ά.

Ο προβληματισμός που αναπτύχθηκε ήταν για το ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος για να εισαχθεί η πράσινη χημεία στα προγράμματα σπουδών π.χ. εισαγωγή μαθήματος, διαλέξεων, σεμιναρίων ή ολόκληρο το πρόγραμμα να γίνει «πράσινο»; Διατυπώθηκαν διάφορες προτάσεις με πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και τελικά κρίθηκε ότι η πλέον δυναμική και αποτελεσματική μέθοδος είναι η διάχυση τα Πράσινης Χημείας σε όλα τα μαθήματα με μελλοντικό στόχο ολόκληρο το πρόγραμμα να γίνει «πράσινο». Η μεθοδολογία αυτή κρίνεται ποιο προσιτή με βάση το γεγονός ότι πάρα πολλές ενότητες που διδάσκονται σήμερα ήδη περιέχουν τις Αρχές της Πράσινης Χημείας τις οποίες θα πρέπει να αναδείξουμε περνώντας τη φιλοσοφία τους στο φοιτητή/μαθητή.

Η διάχυση της Πράσινης Χημείας στην τριτοβάθμια εκπαίδευση προχώρησε με γρήγορο ρυθμό από την στιγμή που υιοθετήθηκε από τα μεγαλύτερα Πανεπιστήμια του κόσμου αλλά σημαντικό ρόλο παίζει το γεγονός ότι τα προγράμματα σπουδών της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης είναι ποιο ευέλικτα και συνδέονται άμεσα με την έρευνα μέσα από την οποία αναδείχθηκε και αναπτύχθηκε η Πράσινη Χημεία.

Η πράσινη Χημεία πρέπει να εισαχθεί και στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Η έννοια της αειφορίας έχει εισαχθεί στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση κυρίως όμως στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση αλλά σε περιορισμένη μορφή, το δε μειονέκτημα των δραστηριοτήτων αυτών είναι ότι οι μαθητές συμμετέχουν εθελοντικά ενώ η έννοια της αειφορίας πρέπει να περάσει σε όλους τους μαθητές.

Τα ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν για να γίνει, σε πρώτη φάση, η εισαγωγή/διάχυση της Πράσινης Χημείας στο Πρόγραμμα Σπουδών είναι:

- Γιατί Πράσινη Χημεία;
- Πώς θα εισαχθεί;
- Πώς θα υλοποιηθεί;

Γιατί Πράσινη Χημεία; Για να πετύχουμε το όραμα της Βιωσιμότητας ή Αειφορίας η επόμενη γενεά επιστημόνων πρέπει να συνειδητοποιήσει την φιλοσοφία της Πράσινης Χημείας και να εκπαιδευτεί στις μεθοδολογίες, στις τεχνικές και στις αρχές της.

Πώς θα εισαχθεί; Με διάχυση στα Μαθήματα, εισαγωγή στα εργαστήρια και στις διάφορες δραστηριότητες (Περιβαλλοντική εκπαίδευση, Αγωγή Υγείας).

ΜΑΘΗΜΑΤΑ

- Εισαγωγή και ανάπτυξη των 12 αρχών της Πράσινης Χημείας κατά τρόπο απλό επικεντρώνοντας το ενδιαφέρον στα κάτωθι θέματα:
    1. Σχεδιασμός διεργασιών ώστε όσο γίνεται μεγαλύτερη ποσότητα από τα αντιδρώντα να περιέχεται στο προϊόν (Οικονομία Ατόμου).
    2. Η χρήση ασφαλών και φιλικών προς το περιβάλλον διαλυτών (Εναλλακτικοί Διαλύτες).
    3. Σχεδιασμός διεργασιών για εξοικονόμηση ενέργειας.
    4. Δημιουργία αποβλήτων παντός τύπου (Πρόληψη, Επαναχρησιμοποίηση, Ανακύκλωση).
- Στα διάφορα μαθήματα θα επισημαίνονται ενότητες με περιεχόμενο Πράσινης Χημείας.

Ξεφυλλίζοντας τα βιβλία του Γυμνασίου και του Λυκείου παρατηρούμε ότι όλα τα θέματα που διδάσκονται μπορούν να αναπτυχθούν και από την ματιά της Πράσινης Χημείας.

Ενδεικτικά αναφέρονται τα παρακάτω θέματα:

ΘΕΜΑΤΑ Ή ΚΕΦΑΛΑΙΑ ΑΠΟ ΒΙΒΛΙΑ ΧΗΜΕΙΑΣ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ-	**ΤΙ ΔΙΑΠΡΑΓΜΑΤΕΥΟΝΤΑΙ Ή ΑΝΑΦΕΡΟΥΝ**	**ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΗΜΕΙΑ ΘΕΜΑΤΟΛΟΓΙΑ**

ΛΥΚΕΙΟΥ		
Ο αέρας που αναπνέουμε	Ρυπαντές	Είδος και Πηγή. Μείωση ή εξάλειψη με βάση τις Αρχές της Πράσινης Χημείας
Τρύπα του όζοντος	Αίτια: CFC, CO_2 κ.ά. Πηγές: Βιομηχανική δραστηριότητα	Θεραπεία. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ανανεώσιμοι πόροι
Διαλύτες	Πού χρησιμοποιούνται, επικινδυνότητα	Εναλλακτικοί διαλύτες-Πράσινοι διαλύτες
Πλαστικά και Πολυμερή	Προβλήματα τόσο από την παραγωγή τους όσο και τον θάνατό τους.	Ανανεώσιμοι πόροι, Βιοαποικοδόμηση, Ανακύκλωση
Χημική Κινητική	Ταχύτητα αντίδρασης Κατάλυση-νανοδομές	Εξοικονόμηση ενέργειας Εξοικονόμηση πρώτων υλών Κατάλυση βασική αρχή της Πράσινης Χημείας
Ένζυμα και Βιοκαταλύτες	Ο ρόλος τους	Βιομάζα και μετατροπή της σε πολυμερή, χημικά προϊόντα. Βιοκαύσιμα, βιοαιθανόλη κ.ά.
Υδρογόνο		Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κυψέλες καυσίμου
Αντιδράσεις απόσπασης και προσθήκης		Οικονομία ατόμου
Αργίλιο και Σίδηρος		Πράσινες μέθοδοι παραλαβής, ανακύκλωση
Όξινη βροχή	Βιομηχανίες που καίνε κάρβουνο	Εναλλακτικές μορφές ενέργειας, διεργασίες που δεν παράγουν διοξείδιο του θείου και οξείδια του αζώτου.
Αντιδράσεις οξείδωσης με νιτρικό οξύ	Παραγωγή οξειδίων του αζώτου Επίδραση στο περιβάλλον	Αντικατάσταση από πράσινα οξειδωτικά π.χ. οξυζενέ

ΘΕΜΑΤΑ Ή ΚΕΦΑΛΑΙΑ ΑΠΟ ΒΙΒΛΙΑ ΧΗΜΕΙΑΣ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ-ΛΥΚΕΙΟΥ	ΤΙ ΔΙΑΠΡΑΓΜΑΤΕΥΟΝΤΑΙ Η ΑΝΑΦΕΡΟΥΝ	ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΗΜΕΙΑ ΘΕΜΑΤΟΛΟΓΙΑ
Φαινόμενο θερμοκηπίου	Διοξείδιο του άνθρακα	Μείωση CO_2 που διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα, το CO_2 από ρύπος γίνεται βασική πρώτη ύλη
Βασικές πηγές ενέργειας	Πετρέλαιο, λιγνίτες, φυσικό αέριο	Εναλλακτικές μορφές ενέργειας, ανανεώσιμες πρώτες ύλες
Σαπούνια/απορρυπαντικά		Βιοαποικοδομήσιμα

- Σύγκριση παλαιού και «πράσινου».

- Εφαρμογές περιπτώσεων στην βιομηχανία/Καθημερινή Ζωή.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

Τα εργαστήρια είναι βασικό εργαλείο για την διάχυση της Πράσινης Χημείας και υπάρχει διεθνώς εκπαιδευτικό υλικό το οποίο εύκολα προσαρμόζεται στα ελληνικά δεδομένα.

Θέμα: Πράσινη Ενέργεια **Δραστηριότητα στα πλαίσια του εργαστηρίου Χημείας ή Φυσικής**	
Ενέργεια	• Η ενέργεια είναι απαραίτητη για την παρασκευή χημικών προϊόντων. • Εξοικονόμηση ενέργειας. • Εναλλακτικές μορφές ενέργειας. • Ενέργεια και Βιωσιμότητα.
Ενέργεια και Χημική Αντίδραση	Για να γίνει μία χημική αντίδραση χρειάζεται το μίγμα της αντίδρασης να απορροφήσει ενέργεια (π.χ. θερμότητα).
Το Πείραμα	Η ενέργεια που χρειάζεται για να θερμάνουμε ορισμένη ποσότητα νερού σε συγκεκριμένη θερμοκρασία. • Με λύχνο Bunsen • Με ηλεκτρική εστία • Με φούρνο μικροκυμάτων
Υπολογισμοί και συζήτηση	

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Ενδεικτική θεματολογία Ενέργεια, Νερό, Δάση, Φυτοφάρμακα, Πρόληψη της ρύπανσης του περιβάλλοντος κ.ά. Η Πράσινη Χημεία προστατεύει το περιβάλλον και δίνει λύσεις σε παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα διότι αντιμετωπίζει το πρόβλημα στην πηγή του και όχι αφού δημιουργηθεί. Ενδεικτικά αναφέρονται τα παρακάτω:

ΠΡΟΒΛΗΜΑ	***ΑΙΤΙΑ***	***ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ***
Παγκόσμιες αλλαγές όπως:Κλίμα, Θερμοκρασία υδάτων ωκεανών, η κατάσταση της στρατόσφαιρας	Η διοχέτευση στο περιβάλλον χημικών ουσιών και κυρίως διοξείδιο του άνθρακα.	Διοξείδιο του άνθρακα από απόβλητο μετατρέπεται σε πρώτη ύλη και αντικαθιστά τοξικούς πτητικούς διαλύτες και νερό στις βιομηχανίες αλλά και σε καθημερινές εφαρμογές.
Παραγωγή τροφής	Αυξημένη ζήτηση λόγω αύξησης του πληθυσμού αν και υπάρχει άφθονη τροφή η οποία όμως δεν είναι δίκαια κατανεμημένη. Η γεωργία δεν Βιώσιμη διότι	Η Πράσινη Χημεία αναπτύσσει: Φυτοφάρμακα που επιδρούν μόνο στο οργανισμό στόχο και αποικοδομούνται σε

	χρησιμοποιούνται λιπάσματα και φυτοφάρμακα που ρυπαίνουν το περιβάλλον.	ασφαλή παραπροϊόντα. Λιπάσματα και πρόσθετα που χρησιμοποιούνται σε μικρές ποσότητες με μέγιστο αποτέλεσμα. Μεθόδους χρησιμοποίησης των γεωργικών αποβλήτων αποδοτικά για το περιβάλλον και την οικονομία.
Σκουπίδια	Συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων σκουπιδιών με δυσμενείς επιδράσεις στο περιβάλλον λόγω: Έλλειψης ανακύκλωσης. Υλικά (πλαστικά πολυμερή) που δεν βιοαποκιδομούνται	Προωθούν την ανακύκλωση Παράγονται υλικά, που καταλήγουν στα σκουπίδια, βιοαποικοδομίσιμα, ανακυκλώσιμα και μετατρέψιμα σε βασικές πρώτες ύλες.
Καθαρό νερό	Η ποσότητα του καθαρού νερού στο πλανήτη μας είναι πολύ μικρή και η διατήρησή του είναι ζωτικής σημασίας. Βιομηχανική χρήση νερού, Λιπάσματα, φυτοφάρμακα και όλες εν γένει η δραστηριότητες στο πλανήτη μας συνδέονται με την αυξημένη ζήτηση καθαρού νερού.	Σχεδιασμός μεθόδων που Το νερό αντικαθίσταται από άλλες χημικές ουσίες μη-τοξικές. Δεν παράγουν επικίνδυνες και τοξικές ενώσεις που μπορούν να εισέλθουν στο υδρολογικό κύκλο.

Αγωγή Υγείας: Ενδεικτική θεματολογία Διατροφή, Καταναλωτής, Ασφάλεια κ.ά. Η Πράσινη Χημεία απευθύνεται σε όλους τους ενδιαφερόμενους για την ποιότητα ζωής μέσω των αγαθών που παράγονται. Η πράσινη Χημεία τροφοδοτεί, ενημερώνει την αλυσίδα **Καταναλωτής- Έμπορος λιανικής – Βιομήχανος/Παραγωγός** και συνεισφέρει στην διατήρηση της ισορροπίας για την επίτευξη του οράματος της Βιωσιμότητας.

Πώς θα υλοποιηθεί; Το τελευταίο και βασικό ερώτημα αφορά την υλοποίηση της διάχυσης της Πράσινης Χημείας και είναι ένα γενικό ερώτημα που αφορά όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Η υλοποίηση μπορεί να γίνει πολύ πιο εύκολα από τη στιγμή που η Πολιτεία υιοθετήσει και στηρίξει το θέμα της διάχυσης της Πράσινης Χημείας στην Εκπαίδευση κάτι που ήδη γίνεται σε άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και στις ΗΠΑ, Αυστραλία κ.ά.

Η υλοποίηση προϋποθέτει:

- **Ατομική επιθυμία διδάσκοντα**

- **Εκπαίδευση Καθηγητών για δημιουργία πολλαπλασιαστών.** Το Ελληνικό Δίκτυο Πράσινης Χημείας με την εμπειρία που διαθέτει από τα μέχρι τώρα σεμινάρια που οργάνωσε, τα στελέχη τα οποία έχει και τις διεθνείς συνεργασίες είναι σε θέση να αναλάβει το έργο αυτό.
- **Εκπαιδευτικό Υλικό:** Υπάρχει πλούσιο εκπαιδευτικό υλικό το οποίο έχει δημιουργηθεί από διεθνείς οργανισμούς που στηρίζουν και προωθούν την Πράσινη Χημεία όπως:
    1. **International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)**
    2. **Organization for the Economic Cooperation and Development (OECD)**
    3. **Green Chemistry Institute (GCI)** στις ΗΠΑ και το οποίο υποστηρίζεται και συνεργάζεται από την American Chemical Society.
    4. **Green Chemistry Network (GCN)** στην Αγγλία το οποίο δημιουργήθηκε από τη Royal Society of Chemistry (RSC) και εδρεύει στο Πανεπιστήμιο του York.
    5. **Interuniversity Consortium "Chemistry for the Environment" (INCA)** στο οποίο συμμετέχουν 30 Ιταλικά Πανεπιστήμια.

Υπάρχουν και πολλοί άλλοι οργανισμοί εθνικής και διεθνούς εμβέλειας όπως Center for Green Chemistry (Αυστραλία), German Chemical Society (Γερμανία), Green and Sustainable Chemistry Network (Ιαπωνία), Alliance for Chemical Sciences and Technologies in Europe (AllChemE) που εδρεύει στις Βρυξέλλες, European Chemical Industry Council (CEFIC), European Chemistry Thematic Network (ECTN) κ.ά. οι οποίοι παράγουν εκπαιδευτικό υλικό το οποίο είναι διαθέσιμο στο διαδίκτυο. Στον Ελληνικό χώρο, το Ελληνικό Δίκτυο Πράσινης Χημείας προωθεί την παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού που παράγεται από τα μέλη του και σύντομα θα είναι διαθέσιμο. Επίσης εκπαιδευτικό υλικό υπάρχει στα πρακτικά του 1ου & 2ου Συμποσίου Πράσινης Χημείας που οργάνωσε το Δίκτυο.

- Απαραίτητα στοιχεία για την υλοποίηση είναι: Η πρόσβαση σε Βιβλία, περιοδικά, άρθρα, διαδίκτυο και βάσεις δεδομένων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. *Green chemistry: a research outlining areas for the teaching of green and environmental chemistry and sustainable development for 11-19 year old students*, Dorothy Warren, Royal Society of Chemistry, 2001.
2. *Green chemistry: challenging perspectives*, Pietro Tundo and Paul Anastas (eds.), Oxford University Press, 2000.
3. *Green chemistry: theory and practice,* Paul T. Anastas and John C. Warner, Oxford University Press, 1998.
4. *Green chemistry: an introductory text*, Mike Lancaster, Royal Society of Chemistry, 2002.
5. *Handbook of Green Chemistry and Technology*, J. Clark and D. Macquarrie, Blackwell Science, Oxford, 2002.
6. *Introduction to Green Chemistry*, A. S. Matlack, Marcel Dekker, New York, 2001.

Η «Χυμία» και η «Χημεία» τον 18ο-αρχές 19ου αιώνα στις ελληνόφωνες περιοχές

Ευθύμιος Π. Μπόκαρης
Τμήμα Χημείας,, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα, 45100
*e-mail: ebokaris@cc.uoi.gr

Εισαγωγή

Μια κρίσιμη περίοδος για τον υπό συγκρότηση ελληνικό κοινωνικό σχηματισμό είναι η περίοδος του Νεοελληνικού Διαφωτισμού. Ο Νεοελληνικός Διαφωτισμός αντανακλά σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό τις εξελίξεις που συμβαίνουν στον Ευρωπαϊκό Διαφωτισμό και δίνει τη μάχη του αποκρούοντας την σχολαστική σκέψη προβαίνοντας σε «ξεκάθαρη οριοθέτηση του χώρου (της φιλοσοφίας) απέναντι στην θεολογία»(Κονδύλης 2000).

Η Φύση «καθίσταται το νέο πλαίσιο οντολογικής αναφοράς αντικαθιστώντας το υπερβατικό πνεύμα» και προκαλώντας «αυτόματα μια προσέγγιση της φιλοσοφίας και των φυσικών επιστημών…..»(Κονδύλης 2000).

Η πρόσληψη των νέων επιστημονικών ιδεών στον ελληνόφωνο χώρο της Οθωμανικής αυτοκρατορίας και οι συνέπειες της στον υπό συγκρότηση ελληνικό κοινωνικό σχηματισμό αποτελούν αντικείμενο διαφορετικών προσεγγίσεων, όπως ότι η «υγιής» φιλοσοφία (και προφανώς η επιστήμη) τίθεται στην υπηρεσία του φωτισμού του Γένους, ότι συγκροτείται η ελληνική επιστήμη στην αδιάρρηκτη ενότητα της με την αρχαία ελληνική επιστήμη, ότι υποβάλλεται η προοπτική μιας πολιτισμικής ανανέωσης (Κούταλης και Μπόκαρης 2003).

Ούτως ή άλλως οι ιστοριογραφικές στρατηγικές για τον προσδιορισμό της ιδρυτικής πράξης γέννησης της επιστήμης ή η πρόσληψη της σε ένα διαφορετικό πολιτισμικό περιβάλλον, αποτελούν την διαμάχη μεταξύ των ιστορικών και φιλοσόφων της επιστήμης, οι οποίοι ακολουθούν *θετικιστικές*, η *μεταθετικιστικές* στρατηγικές ή τα τελευταία χρόνια των οπαδών της *κοινωνιολογίας της γνώσης*, όπου ανάλογα με την σχολή που ακολουθεί ο καθένας προτάσσει ως κυρίαρχους τους *ορθολογικούς, φιλοσοφικούς, ή κοινωνικούς* όρους, αντίστοιχα, για την συγκρότηση της επιστήμης (Μπόκαρης 2007).

Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι να μελετηθεί η διάχυση ή η παραγωγή των νέων επιστημονικών ιδεών, που αφορούν στο *μετασχηματισμό της ύλης*, στις ελληνόφωνες περιοχές της οθωμανικής αυτοκρατορίας κατά τη διάρκεια των δέκατου όγδοου, αρχές δέκατου ένατου αιώνα. Παρουσιάζει μεγάλο

ιστοριογραφικό και εκπαιδευτικό ενδιαφέρον ο τρόπος διάχυσης της επιστημονικής γνώσης από το "κέντρο" στις χώρες της "περιφέρειας" στην Ευρώπη.

Ο τρόπος με τον οποίο η διαλεκτική των νέων χημικών ιδεών γίνεται αποδεκτή στο ελληνικό πνευματικό περιβάλλον, με σκοπό την διαμόρφωση ενός επιστημονικού λόγου σχετικά με την χημική φιλοσοφία, ερευνάται μέσω των εγχειριδίων αντιπροσωπευτικών λογίων της εποχής που συμμετέχουν στις *διδακτικές παραδόσεις που διαμορφώθηκαν στις ελληνόφωνες περιοχές.* Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η μεγάλη πλειοψηφία των εγχειριδίων που αφορούν στην πρόσληψη της χημείας στις ελληνόφωνες περιοχές, δεν έχει μελετηθεί εξαντλητικά και παραμένει ένας καρποφόρος τομέας της έρευνας που είναι υπό εξέλιξη. Έτσι τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται εδώ είναι προκαταρκτικά.

Η πρώτη προσπάθεια συγκρότησης της επιστήμης της χημείας στον ελληνόφωνο χώρο γίνεται στην περίοδο του Νεοελληνικού Διαφωτισμού (δεύτερο μισό του 17^{ου} έως και το πρώτο τρίτο του 19^{ου} αιώνα) και στην μελέτη μας θα την διακρίνομε στην «πριν» και την «μετά» περίοδο του Lavoisier.

Η διδακτική παράδοση της "Χυμίας" στις ελληνόφωνες περιοχές πριν τον Lavoisier

Γνώση σχετικά με την "χυμία" εμφανίστηκε στις ελληνόφωνες περιοχές πριν την διάδοση του έργου του Lavoisier σε αυτές τις περιοχές, και διαμορφώθηκαν δύο διαφορετικές διδακτικές παραδόσεις. Η μία είναι το "σύστημα των χυμικών" και η άλλη η νευτώνεια παράδοση (Bokaris και Koutalis 2007).

Στο πρώτο μισό του δέκατου όγδοου αιώνα στις ελληνόφωνες κοινότητες εμφανίζεται η πρώτη διδακτική παράδοση, στα πλαίσια της οποίας παρουσιάζεται το **"σύστημα των χυμικών"** ως ένας συστηματικός τομέας, εναλλακτικός σε αυτόν του νεοαριστοτελισμού, που δίνει έμφαση στη σημασία "της αρχής".

Αυτή η διδακτική παράδοση συνδέεται με τη θεωρία των πέντε "χυμικών αρχών" και διαμορφώθηκε στις ελληνόφωνες κοινότητες με το έργο των Ανθρακίτη, Δαμοδού και Καβαλλιώτη.

Ως "χυμικές αρχές" θεωρούνται τα ακόλουθα πέντε "χημικά στοιχεία": ο "υδράργυρος" ("ermis" ή "πνεύμα"), το "θείο" ή "θείο", το "άλας", το "flegma" ή "ύδωρ", και "γη" ("γη που εξημερώνεται" ή "νεκρό κεφάλι" ή"σπονδός») (Ανθρακίτης 18 αιώνας, Δαμοδός 1754b, Καβαλλιώτης 1755b). Οι πρώτες τρεις αρχές ορίζονται ως "ενεργητικές" ή "ιδιαίτερες" και οι άλλες

δύο «παθητικές" ή "υλικές". Η ύπαρξή τους λαμβάνεται μέσω της εμπειρίας, δηλ. με τη μεσολάβηση των αισθήσεων. Αυτή η παράδοση, που καλείται "το σύστημα των χυμικών", ήταν κοντά στην Μπουλο-καρτεσιανή παράδοση και σε αντίθεση με τον Αριστοτελισμό, αποδέχτηκε, τις πέντε "χυμικές" αρχές και επίσης το αναλυτικό ιδεώδες, αλλά το κρίσιμο ζήτημα για αυτήν την παράδοση παρέμειναν οι "μηχανικές" αρχές, που ενώ εκλαμβάνονταν ως τα "λεπτότερα μόρια" σύμφωνα με την θεωρία του Καρτέσιου, ήταν κάτω από την επίδραση της μεταφυσικής φύσης των αριστοτελικών αρχών (Bensaude-Vincent και Stengers 1992). Αυτές ήταν : η ύλη, το είδος, και η αδιαπερατότητα. Κατά συνέπεια, "η χυμία" εκλήφθηκε ως ένα ιδιαίτερο "σύστημα", ως ένα διακριτό πεδίο παρουσίασης "των στοιχείων", τα οποία, όμως, βρίσκονταν υπό την επίδραση της μεταφυσικής των αρχών. Αν και πλανιόταν μια ρήξη με τη νέο-αριστοτελική παράδοση, τελικά δεν πραγματοποιήθηκε (βλ. την περίπτωση Βούλγαρη)

Μια δεύτερη διδακτική παράδοση παρουσιάζεται μερικές δεκαετίες αργότερα στα πλαίσια των έργων των Ζερζούλη, Βούλγαρη, Θεοτόκη, και Ψαλίδα δίνοντας έμφαση σε έναν ευδιάκριτο νευτώνειο προσανατολισμό, αλλά μια σχέση συνέχειας ή ρήξης μεταξύ αυτής της παράδοσης και αυτής που συζητήθηκε προηγουμένως δεν φαίνεται να υπάρχει. Στα «Στοιχεία Φυσικής" του Θεοτόκη μόνο τα άτομα ορίζονται ως "αρχές" και "στοιχεία"(Θεοτόκης 1766). Καμία ιδιαίτερη χημική αρχή δεν υπάρχει παρά μόνον «χυμικές" διαδικασίες, που προέρχονται από τη φυσική.

Μια ιδιαίτερη περίπτωση της δεύτερης αυτής διδακτικής παράδοσης είναι το έργο του Ευγένιου Βούλγαρη (Βούλγαρης 1805α,β). Ο Βούλγαρης προσπάθησε να συνδυάσει την προηγούμενη παράδοση, στην οποία τα Μπουλο-καρτεσιανά χαρακτηριστικά ήταν κυρίαρχα, σε συμφωνία με τη νεο-αριστοτελική παράδοση, και τη νευτώνεια προβληματική, κυρίως στην περίπτωση του μικτού, το οποίο τίθεται υπό την επίδραση των ελκτικών ή απωστικών δυνάμεων των συστατικών του μερών.

Η διδακτική παράδοση της χημείας μετά τη δημοσίευση της εργασίας του Lavoisier: Traite Elementaire

Μετά τη δημοσίευση της εργασίας του Lavoisier: Traite Elementaire διαμορφώθηκε, στις ελληνόφωνες περιοχές, η νευτώνεια χυμία του Ψαλίδα και μεταφράσθηκαν επίσης η χημεία του Fourcroy, Brisson και Adet. Σε αυτό το σημείο,

πρέπει να σημειωθεί ότι το κλασσικό έργο του Lavoisier: Traite Elementaire δεν μεταφράστηκε ποτέ στα ελληνικά.

1.Η Νευτώνεια χυμεία του Ψαλίδα

Ο Αθανάσιος Ψαλίδας (1767-1829), ο οποίος υπήρξε ένας από τους σημαντικότερους εκπρόσωπους του ελληνικού Διαφωτισμού, εισήγαγε για πρώτη φορά στις ελληνόφωνες περιοχές, τη σύγχρονη χημεία, που συγκροτήθηκε από τον Lavoisier και τους συνεργάτες του, υπό την κυριαρχία, όμως του "νευτωνικού ονείρου". Το εγχειρίδιό του με τον τίτλο «*Περί Φυσικής εν Γένει*» δημοσιεύθηκε το 1795 και ήταν ένα εκπαιδευτικό βιβλίο (Ψαλίδας 1795).

Ο Ψαλίδας προσέλαβε τη συστηματοποίηση της χημείας βασισμένη στο πρότυπο της ταξινόμησης των φυσιοκρατών, που διακρίνει τη Φύση στα γένη των φυτών, των ζώων και των ορυκτών. Για το στόχο του αυτό αναπτύσσει, ορισμένα βασικά θέματα της προβληματικής του Lavoisier, όπως τη θεωρία του «οξυγόνου» και τη θεωρία της «καύσης». Σε σχέση με ότι εμείς σήμερα θεωρούμε ως χημικό δεσμό, ο Ψαλίδας βρίσκεται κάτω από την επίδραση του "νευτωνικού ονείρου" για μια ενοποιημένη, ακριβή επιστήμη, σχετικά με τα χημικά και φυσικά φαινόμενα, η οποία διατηρεί την προβληματική των "χημικών έλξεων" και "χημικών συγγενειών". Ο Ψαλίδας ενεργοποίησε επίσης τον μαθηματικό ατομισμό του Boscovich, σύμφωνα με τον οποίο η στοιχειώδης σύσταση της ύλης θα μπορούσε να εξηγηθεί αιτιακά μέσα στην σύνθετη αρχιτεκτονική των μαθηματικών "*punkta* ".

2. Οι μεταφράσεις των εγχειριδίων χημείας των Fourcroy, Brisson και Adet

Το πρώτο εγχειρίδιο της χημείας που μεταφράστηκε στα ελληνικά, το 1802, με τον τίτλο «Χημική Φιλοσοφία» είναι το εγχειρίδιο "*philosophie chimique ou verites fondamentales de la chimie moderne, disposees dans un nouvel ordre, 1792"* του Γάλλου χημικού και συνεργάτη του *Lavoisier*, Antoine Fourcroy. Ο μεταφραστής του έργου αυτού ήταν ο Θεοδόσιος Ηλιάδης και εκδότης ο Ανθιμος Γαζής. Το εγχειρίδιο τυπώθηκε στη Βιέννη. Το 1801, μεταφράζεται επίσης στα ελληνικά από το διαπρεπή Έλληνα Διαφωτιστή, τον μοναχό Δημήτριο-Δανιήλ Φιλιππίδη (1755-1832), το *Elements or Physicochemical Principles του* Brisson, με τον τίτλο «Στοιχεία ή Αρχαί Φυσικοχυμικαί» και το 1808 το έργο του Adet: "Lecons Elementaires de Chimie, a l' usage des Lycees" με τον τίτλο «Επιτομή Χημείας» από τον Κων. Κούμα. Ο Φιλιππίδης μετέφρασε επίσης το 1801τη

"Λογική" του Condillac. Και οι δύο, στα σχόλιά τους στις εισαγωγές των μεταφράσεών τους επικεντρώνονται στη χημική ονοματολογία.

Και οι τρεις αυτές μεταφράσεις φαίνεται ότι δεν επιλέχθηκαν τυχαία, όπως έχει υποστηριχτεί (Καράς 1995), αλλά εξυπηρετούσαν κάποιους συγκεκριμένους σκοπούς.

Ο κύριος στόχος των ελλήνων λογίων της εποχής φαίνεται να είναι η διαμόρφωση, μέσω της μεσολάβησης των νέων επιστημονικών θεωρήσεων, σε μία εποχή που καμία οργανωμένη ερευνητική η γενικότερα ακαδημαϊκή δομή δεν ήταν παρούσα στις ελληνόφωνες περιοχές, κάτω από την επίδραση της διαλεκτικής των επιστημονικών, κοινωνικών και φιλοσοφικών όρων της συγκυρίας, και *η συγκρότηση διδακτικών παραδόσεων βασισμένων στη φύση και όχι στα υπερβατικά και μεταφυσικά πλαίσια της θεολογίας*. Για αυτόν τον λόγο, φαίνεται επαρκής η υποστήριξη της εμπειριοκρατίας, η οποία εξασφαλίζει μια ορθολογική λειτουργία και διαχείριση των ζητημάτων και όχι μια πιο προηγμένη και θεωρητική προσπάθεια, όπως το εγχείρημα Lavoisier. Αυτοί οι στόχοι ήταν επίσης και οι στόχοι της ανερχόμενης αστικής τάξης.

Κατά συνέπεια, επικυριαρχεί η νευτώνεια παράδοση, οι χημικές συγγένειες, όπως εκφράζονται στο έργο του Ψαλίδα, και συνεχίζεται με την επιλογή των έργων των Fourcroy και Adet. Η παράδοση αυτή δίνει την έμφαση κύρια στο εμπειριστικό και όχι στο θεωρητικό μέρος του έργου του Lavoisier. Αναφέρεται στο ζήτημα των χημικών συγγενειών, για το οποίο ο ίδιος ο Lavoisier θεωρεί ότι είναι σημαντικό, αλλά δεν υπάρχουν αρκετά πειραματικά ευρήματα για την θεωρητική του συγκρότηση και ένταξη στην προβληματική της χημείας εκείνης της εποχής και γι' αυτό δεν το εντάσσει στο έργο του (Lavoisier 1965).

Έτσι αντί της εννοιολογικής κριτικής επικρατεί η αναζήτηση του εμπειριστικού δεδομένου, το οποίο στην περίπτωση του Κούμα, συνοδευόμενο από μια αρχαιοελληνολατρική αντίληψη εξαντλείται στην γραμματολογική κριτική στην νέα χημική ονοματολογία. Ταυτόχρονα όμως, η εμπειριστική γραμμή πλεύσης αναδεικνύει την αναγκαιότητα διαμόρφωσης των εκπαιδευτικών μηχανισμών, χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα ορθολογικής γλώσσας και απελευθέρωσης της σκέψης την «χημική γλώσσα».

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η υιοθέτηση της χημικής ονοματολογίας του Lavoisier από τον Δ. Φιλιππίδη.

Ο Φιλιππίδης θεωρεί ότι η χημική ονοματολογία αποτελεί ένα μέσο για την καθιέρωση μιας ριζικά νέας διδασκαλίας και ότι

ταυτόχρονα δείχνει την πραγματική δυνατότητα της συνολικής αλλαγής στη βασική εκπαίδευση. Σε αυτό το ζήτημα ο Φιλιππίδης συμφωνεί με τον Lavoisier, ο οποίος στο κείμενο του *"Thoughts for the public education",* το 1793, προτείνει έναν ουσιαστικό μετασχηματισμό για το διδακτικό καθεστώς, επειδή δεν ενισχύει τα "*βασικά ανθρώπινα δικαιώματα", «τροφοδοτεί και επανατροφοδοτεί τις προκαταλήψεις*....». Ο Lavoisier προτείνει να αντικατασταθεί από ένα άλλο, όπου η διάδοση της γνώσης θα κωδικοποιεί τα αποτελέσματα της «φυσικής» παραγωγής της - δηλαδή της παραγωγής της μέσω ενός πειραματισμού που ανασυγκροτεί την τάξη της φύσης - κατά τρόπο ώστε όχι μονάχα να «*επιτυγχάνεται η καλλιέργεια των ανθρώπων*», αλλά και να «*ενεργοποιείται μια βαθμιαία τελειοποιησιμότητα των διανοητικών ικανοτήτων του ανθρώπινου είδους*» (Lavoisier 1862-93, VI, p.518, and 522)(2). Αυτή η πρόταση εμπνέεται από τη γενικότερη ελπίδα για την ολοκλήρωση της πολιτικής χειραφέτησης, για την εγκαθίδρυση και τη σταθεροποίηση της δημοκρατίας, και συναρθρώνεται με την στόχευση μιας εθνικής εκπαίδευσης που θα αποδίδει κοινωνικά επωφελείς γνώσεις, παρέχοντας, μέσω ανάλογων «*μεγάλων ιδρυμάτων*», έναν μηχανισμό ικανό να διασφαλίσει «*στην βιομηχανία την αξιοποίηση νέων μέσων οικονομικής επέκτασης*», και στο ίδιο το έθνος «*μιαν αυξανόμενη και διαρκή υπεροχή σε όλες τις εμπορικές του σχέσεις με τα γειτονικά έθνη*» (p.527).

Τέλος σε φιλοσοφικό επίπεδο, οι έλληνες λόγιοι συνδέθηκαν με ή είχαν υιοθετήσει την εμπειρική φιλοσοφία του Kant. Έτσι φαίνεται να μην ενδιαφέρονται τόσο για τις μεθοδολογικές ή οντολογικές μετατοπίσεις, όπως ο Lavoisier, ο οποίος υιοθέτησε την προβληματική του Condillac, για το γνωρίζον υποκείμενο και τον κατεύθυνε στη θεωρητική συγκρότηση της χημείας (McEvoy, 1995).

Όπως ήδη αναφέρθηκε στις ελληνόφωνες περιοχές διαμορφώθηκαν διδακτικές παραδόσεις. Θα πρέπει να αναφερθεί εδώ ότι στις ελληνόφωνες περιοχές, κάτω από την οθωμανική κυριαρχία, δεν υπήρχαν ακαδημαϊκά ιδρύματα, αλλά μόνο σχολεία κατώτερης και ανώτερης εκπαίδευσης.

Σχετικά με τη διαμόρφωση αυτών των διδακτικών παραδόσεων, και ειδικότερα σε ότι αφορά στην συγκρότηση της χημείας, η παρούσα εργασία επιχειρεί να δώσει μια οπτική σκόπευσης στα ακόλουθα ιστοριογραφικά ερωτήματα:

- Πώς η χημική γνώση διαχύθηκε, οικειοποιήθηκε ή καλύτερα παράχθηκε στις ελληνικές περιοχές;
- Ποια ήταν η αλληλεπίδραση των νέων επιστημονικών ιδεών με το τοπικό πολιτισμικό και επιστημονικό περιβάλλον;
- Ποιοι ήταν οι επαγγελματικοί θεσμοί;
- Ποιες ήταν οι συνέχειες ή οι ρήξεις της χημικής σκέψης στις διδακτικές παραδόσεις που διαμορφώθηκαν από τους έλληνες λόγιους στο στάδιο συγκρότησης τους;
- Ποια ήταν η διαλεκτική των επιστημονικών (ορθολογικών), φιλοσοφικών, κοινωνικών ή πολιτιστικών όρων, οι οποίοι καθόρισαν την παραγωγή των νέων επιστημών ή θεωρήσεων;
- Ποια η επίδραση του Ευρωπαϊκού Διαφωτισμού;
- Υπάρχει οποιαδήποτε ρήξη ή συνέχεια με την αριστοτελική παράδοση;
- Υπάρχει ρήξη ή συνέχεια μεταξύ των επιστημονικών παραδόσεων που διαμορφώθηκαν;
- Ποια η σχέση ή αντίθεση τους με την εκκλησία;
- Ποιες ήταν οι επιδιώξεις της ανερχόμενης αστικής τάξης για την συγκρότηση του ελληνικού κοινωνικού σχηματισμού και ποια η στρατηγική της για την κυριαρχία των εκπαιδευτικών μηχανισμών;

Ποια η ιστορική της αφήγηση για την επιβολή της ιδεολογίας της;

Στα ερωτήματα αυτά και σε πολλά άλλα έχουν δοθεί από τους έλληνες ιστορικούς κάποιες καταρχήν απαντήσεις, οι οποίες χαρακτηρίζονται από την αποσπασματικότητα τους, όπως αυτές κωδικοποιήθηκαν στην εισαγωγή του κειμένου, και αποτελούν όψεις των ιστοριογραφικών στρατηγικών που εφαρμόστηκαν, όπως για παράδειγμα ότι η «υγιής» φιλοσοφία (και προφανώς η επιστήμη) τίθεται στην υπηρεσία του φωτισμού του Γένους, ότι συγκροτείται η ελληνική επιστήμη στην αδιάρρηκτη ενότητα της με την αρχαία ελληνική επιστήμη, ότι υποβάλλεται η προοπτική μιας πολιτισμικής ανανέωσης (Κούταλης και Μπόκαρης 2003).

Τα τελευταία χρόνια, λόγω της εξέλιξης της επιστήμης της ιστορίας των επιστημών, η Χημική Επανάσταση έχει καταστεί από τους ιστορικούς της επιστήμης, τόπος δοκιμασίας και εγκυρότητας των ιστοριογραφικών στρατηγικών που έχουν αναπτυχθεί. Η θετικιστική ιστοριογραφία υποστηρίζει ότι η χημεία είναι συνέχεια της αλχημείας και ότι η εξέλιξη της είναι «εσωτερική» της υπόθεση που καθορίζεται από ορθολογικούς όρους, την συνεχή εξελικτική βελτίωση και προσθήκη των ίδιων των επιστημονικών θεωριών και των πειραματικών τεχνικών.

Αντίθετα η μεταθετικιστική ιστοριογραφία θεωρεί ότι η χημεία δεν είναι συνέχεια της αλχημείας και ότι κατά την εξέλιξη της υφίσταται προτεραιότητα της θεωρίας έναντι του πειράματος (εμπειριστικό δεδομένο). Τέλος η κοινωνιολογία της γνώσης, κινούμενη μεταξύ νομιναλισμού και μεταμοντερνισμού θεωρεί την εξέλιξη της επιστήμης ως αποτέλεσμα τοπικών επιλογών κοινωνικών δικτύων (Μπόκαρης 2007).

Μέσα όμως από την ιστοριογραφική διερεύνηση έχει γίνει σαφές ότι η Χημική Επανάσταση, όπως και η διάχυση ή η παραγωγή της σε ένα διαφορετικό κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον, είναι ένα πολυδιάστατο και πολυσύνθετο γεγονός που χαρακτηρίζεται από την χρονικότητα του, και το οποίο δεν μπορεί να προσεγγιστεί από μια θετικιστική προβληματική, αλλά μια πιο σύνθετη, όπου διαλεκτικά θα συναρθρώνονται όλοι οι όροι γέννησης του: φιλοσοφικοί, κοινωνικοί, ορθολογικοί. Έτσι θα πρέπει να εκλαμβάνουμε πλέον *την ιστορία των επιστημών ως ιστορία,* και οι προσλαμβανόμενες και σε δυναμική αλληλεπίδραση με το πνευματικό περιβάλλον των ελληνόφωνων περιοχών της οθωμανικής αυτοκρατορίας επιστημονικές ιδέες να ειδωθούν σε αλληλεξάρτηση με τον υπό συγκρότηση ελληνικό κοινωνικό σχηματισμό (Μπόκαρης 2000, 2007). Μια τέτοια προβληματική για την ιστορία των επιστημών ως ιστορία, η οποία σε μια μεγαλύτερης κλίμακας αφήγηση αναδεικνύει την συνθετότητα της διαδικασίας καθιστά την προβληματική του Αλτουσέρ για την επιστήμη της ιστορίας των επιστημών επίκαιρη. Περιλαμβάνει αυτή η σύνθετη διαδικασία του κοινωνικού όλου τόσο την γέννηση της Χημικής Επανάστασης όσο και την παραγωγή της σε ένα διαφορετικό κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον (Μπόκαρης 2007).

Ταυτόχρονα η προβληματική Αλτουσέρ αποτελεί και μια ολοκληρωμένη απάντηση στον μεταμοντερνισμό σύμφωνα με τον οποίο οι επιστημονικές πεποιθήσεις είναι αποτέλεσμα κρίσεων σε τοπικό επίπεδο και δεν εξαρτώνται από την φύση της θεωρίας, της γλώσσας κ.λ.π. (Barnes 1982, Shapin 1988). Σύμφωνα επίσης με την σχολή του Εδιμβούργου, που διαμόρφωσε το Ισχυρό Πρόγραμμα, οι επιστημονικές πεποιθήσεις σε τοπικό επίπεδο είναι αποτέλεσμα της προτεραιότητας των κοινωνικών ενδιαφερόντων ή αναγκών, ενώ το Πρότυπο Ενεργούς Δικτύωσης που διακηρύχτηκε από τους Bruno Latour και Steve Woolgar (Latour και Woolgar, 1979; Latour 1987) συσχέτισε τις πειραματικές, ρητορικές και ορθολογικές πρακτικές με την κατασκευή επιστημονικών δικτύων σε τοπικό πλαίσιο.

Η προβληματική Αλτουσέρ

Στα πλαίσια της αλτουσεριανής προβληματικής που ενσωματώνει την μαρξιστική σύλληψη, ο κοινωνικός σχηματισμός αποτελεί ένα «κοινωνικό όλο» και η δομή κάθε κοινωνίας συντίθεται από «επίπεδα» ή «στοιχεία», «συναρθρωμένα με ένα ειδικό καθορισμό: την υ π ο δ ο μ ή ή οικονομική βάση («ενότητα» παραγωγικών δυνάμεων και σχέσεων παραγωγής) και την υ π ε ρ δ ο μ ή, που περιλαμβάνει, με την σειρά της, δυο ακόμα «επίπεδα» ή «στοιχεία» : το νομικο-πολιτικό (το δίκαιο και το κράτος) και την ιδεολογία (τις διάφορες θρησκευτικές, ηθικές, νομικές, πολιτικές ιδεολογίες)». Η αναπαράσταση αυτή προσφέρει το εξής σημαντικό θεωρητικό προτέρημα, όπως αναφέρει ο Αλτουσέρ : «επιτρέπει να εγγράφουμε στο θεωρητικό περιεχόμενο των εννοιών αυτών, αυτό που ονομάσαμε δ ε ί κ τ η α π ο τ ε λ ε σ μ α τ ι κ ό τ η τα ς. …Η μεταφορά του οικοδομήματος έχει λοιπόν αντικειμενικό της σκοπό ν' αναπαραστήσει κυρίως τον «καθορισμό σε τελευταία ανάλυση» από την οικονομική βάση. Η χωρική αυτή μεταφορά τείνει να προσδώσει στη βάση ένα δείκτη αποτελεσματικότητας που είναι γνωστός με την περίφημη έκφραση : καθορισμοί σε τελευταία ανάλυση αυτών που συμβαίνουν στους ορόφους (της υπερδομής) από εκείνο που συμβαίνει στην οικονομική βάση». Επίσης τα «πατώματα» της υπερδομής προσδιορίζονται από άλλους διαφορετικούς δείκτες αποτελεσματικότητας. Τέλος ο δείκτης αποτελεσματικότητας των ορόφων (ή δείκτης καθορισμού) «ήδη-καθορισμένος από τον καθορισμό σε τελευταία ανάλυση της βάσης, αντιμετωπίζεται στην μαρξιστική παράδοση με δυο μορφές : 1) υπάρχει μια «σχετική» αυτονομία της υπερδομής σε σχέση με την βάση, 2) υπάρχει μια «ανάδραση» της υπερδομής προς την βάση»(Αλτουσέρ, 1965,1976).

Σύμφωνα με την Αλτουσεριανή προβληματική, κάθε επιστήμη δεν υπάρχει εσαεί, αλλά συνιστά πάντοτε συγκεκριμένο ιστορικό αποτέλεσμα και κοινωνικό προϊόν. Η σύσταση κάθε επιστήμης είναι αποτέλεσμα μιας διαδικασίας γέννησης (η οποία ονομάζεται επιστημολογική τομή). Αντίστοιχα, η μετέπειτα κίνηση κάθε επιστήμης μετά την γέννηση της- δεν τελείται εν κενώ αλλά, μέσα στο σύνολο των όρων, των συνθηκών και των προϋποθέσεων της, συνιστά κίνηση κοινωνική. Η κίνηση της επιστήμης είναι σχετικά αυτόνομη ως προς την υπόλοιπη κοινωνική κίνηση. » (Μπαλτάς 1990). Αυτή η κοινωνική κίνηση, θεωρούμενη μαζί με την διαδικασία γέννησης της αντίστοιχης

επιστήμης, συνιστά την ιστορία της επιστήμης αυτής. (Μπαλτάς 1990).

Η ιστορία της επιστήμης επομένως ως κοινωνική κίνηση, συμπεριλαμβανομένων των όρων γέννησης της, δεν είναι παρά προϊόν των όρων και κοινωνικών προϋποθέσεων διαμόρφωσης του κοινωνικού σχηματισμού στον οποίο αντιστοιχεί.

Τέλος στα πλαίσια της αλτουσεριανής προβληματικής επειδή η επιστημονική πρακτική είναι μια θεωρητική κοινωνική πρακτική, και κάθε πρακτική αποτελεί μια παραγωγική διαδικασία, δηλαδή μετασχηματισμό μιας πρώτης ύλης σε συγκεκριμένο προϊόν, έτσι μπορούμε να μιλάμε όχι για διάχυση, μεταφορά κ.λ.π. των επιστημονικών θεωρήσεων στον ελληνόφωνο χώρο, αλλά για μια θεωρητική παραγωγή ανεξάρτητα από τον βαθμό διαλεκτικής αντικειμενοποίησης ή πληρότητας, εκφράζοντας ταυτόχρονα και την δυναμική αλληλεπίδραση βάσης και υπερδομής. Στο βαθμό που οι υπό συγκρότηση διδακτικές παραδόσεις είναι θεωρητικές μπορούμε να μιλάμε για μια συγκεκριμένη χωροχρονικά κοινωνικο-ιστορική διαδικασία θεωρητικής παραγωγής που χαρακτηρίζεται από την συνάρθρωση κοινωνικών και ορθολογικών όρων (Αλτουσέρ 1965).

Η πρόκληση για τον ιστορικό της επιστήμης από την προβληματική Αλτουσέρ

Έτσι ο ιστορικός της «μεγαλύτερης κλίμακας» θα πρέπει να δείξει πως η πρόσληψη των νέων επιστημονικών ιδεών ήταν ένα σύνθετο, πολυδιάστατο σύστημα, μια «δομή» αλληλεπιδράσεων μεταξύ πολυάριθμων τοποθετημένων στοιχείων και επιπέδων. Δεν ήταν μόνο φιλοσοφικοί, ή κοινωνικοί ή οικονομικοί οι όροι συγκρότησης της επιστήμης στις ελληνόφωνες περιοχές. Πολλά από τα στοιχεία και επίπεδα έχουν ήδη μελετηθεί ή θα πρέπει να μελετηθούν από τους ιστορικούς της επιστήμης. Δεν είναι μόνο η έκφραση της ορθολογικότητας στην επιστημονική συγκρότηση, και μάλιστα στην συνέχεια της από την αρχαιότητα, δεν είναι η έκφραση ενός πολιτισμικού γεγονότος, δεν είναι η ρήξη ή η συνέχεια με την αριστοτελική παράδοση, δεν είναι μόνο οι μεθοδολογικές ή οντολογικές μετατοπίσεις, η λειτουργία της γλώσσας, δεν είναι μόνο η έκφραση της παιδαγωγικής ανάτασης του έθνους, είναι και οι επιδιώξεις της αναδυόμενης αστικής τάξης, είναι οι επιλογές των μηχανισμών εκπαίδευσης, είναι οι δυνάμεις του θεολογικού κατεστημένου, είναι οι σχέσεις εξουσίας που υπάρχουν, οι επαγγελματικοί θεσμοί κ.λ.π. Και όλα αυτά αναζητούν την διαλεκτική τους θέση σε μια δομή δυναμικών

αλληλεπιδράσεων. Περιλαμβάνουν εμπειρικά αντικείμενα, θεωρητικές στρατηγικές και κατασκευές, πειραματικές τεχνικές και πρακτικές, μεθοδολογικές και επιστημολογικές αρχές, πολιτικούς σχηματισμούς, γλωσσολογικές συμβάσεις, παιδαγωγικούς και επαγγελματικούς οργανισμούς, κοινωνικούς, πνευματικούς και οικονομικούς θεσμούς και σχέσεις εξουσίας (McEvoy, 2000).

Η δομή των αλληλεπιδράσεων μεταξύ στοιχείων και επιπέδων, που το καθένα έχει τη δική του ιστορία, δεν θα πρέπει να ανάγει την ύπαρξη του ενός στο άλλο, αλλά τοποθετώντας τα σε ένα σχεσιακό σύστημα, που είναι δομημένο σύμφωνα με την «ιεραρχία αποτελεσματικοτήτων». Έτσι τα στοιχεία ή επίπεδα που ανάδειξε η ιστορική διερεύνηση της παραγωγής των επιστημονικών θεωρήσεων στις ελληνόφωνες περιοχές, θα πρέπει να τοποθετηθούν μέσα στην σύνθετη ιστορική διαδικασία του κοινωνικού όλου, στην ιεραρχία των αποτελεσματικοτήτων, σε μια διαρκή αλληλεπίδραση καθορισμών και υποκαθορισμών, στις πολύπλοκες σχέσεις αιτίας και αποτελέσματος, οι οποίες σε τελευταία ανάλυση καθορίζονται από την οικονομία.

Βιβλιογραφία

Αλτουσέρ, Λ. (1965), *Pour Marx*, Eds. Francois Maspero, Ελληνική έκδοση (1978): Για τον Μάρξ, μτφρ. Καφετζής Τ., Εκδ. «γράμματα», Αθήνα

Αλτουσέρ, Λ. (1976), Positions, Ed. Sociales, Ελληνική έκδοση (1978): Θέσεις, μτφρ. Γιαταγάνας Ξ., Εκδ. Θεμέλιο, Αθήνα

Ανθρακίτης, Μ.(18ος αιώνας), "*Φιλοσοφικά Τετράδια*" χειρόγραφο στην Εθνική Βιβλιοθήκη της Ελλάδας, αριθμός 1331

Βούλγαρης, Ε. (1805α), "*Τα Αρέσκοντα τοις Φιλοσόφοις*", Βενετία, σ.90, σσ. 284-286, σ.292, σ.356; Βούλγαρης, Ε. (1805β), "*Στοιχεία Μεταφυσικής*", Βενετία, σσ.134-168.Δαμοδός, Β. (1754),"*Causal Φυσιολογία*" χειρόγραφο αριθμός 2342, Εθνική Βιβλιοθήκη της Ελλάδας

Θεοτόκης, Ν. (1766), "*Στοιχεία Φυσικής*", Βιέννη, σσ. 3-20, §§1-11Καβαλλιώτης, Θ.(1755), "*Πραγματεία στη Φυσική*", χειρόγραφο στη Δημόσια Βιβλιοθήκη Σιάτιστας (terminus ante quem 1755)

Καράς Γ. (1995), «*Επιστημολογικές Προσεγγίσεις στη Νεοελληνική Επιστημονική Σκέψη*», εκδ. Τροχαλία, Αθήνα

Κονδύλης, Π.(2000), «*Ο Νεοελληνικός διαφωτισμός-Οι φιλοσοφικές ιδέες*» γ΄ έκδοση, Θεμέλιο, Αθήνα,.

Κούταλης Β. και Μπόκαρης Ε.(2003), «Το «νευτωνικό όνειρο του Ψαλίδα ως εμπόδιο στην ανασυγκρότηση της Χημικής», στον τόμο *Η συμβολή της Ιστορίας και της Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*, 2ο πανελλήνιο συνέδριο, Αθήνα

Μπαλτάς, Α. (1990), Επιστημολογικά-Για την ιστορία μιας επιστήμης, εκδ.πολίτης, Αθήνα

Μπόκαρης, Ε.(2000), «*Επιστημολογία και Ιστορία της Χημείας*», Ιωάννινα

Μπόκαρης, Ε.(2007), «Η Χημική Επανάσταση ως τόπος δοκιμασίας των ιστοριογραφικών στρατηγικών. Το πλεονέκτημα της προβληματικής Αλτουσέρ», *Κριτική*, 6, υπό έκδοση

Ψαλίδας Α. (~1795), *"Περί Φυσικής εν Γένει»* χειρόγραφο, αριθμός 4, Βιβλιοθήκη Αρχιμανδρειού, Ιωάννινα, σσ. 1α-82β.
Barnes, B. (1982), *T.S. Kuhn and the Social Sciences*, New York, NY: Columbia University Press
Bensaude-Vincent, B. and Stengers I. (1992), *La Histoire de la Chimie*, Eds. La Decouverte, Ελληνική έκδοση(1999), μτφρ. Μπιτσάκης Ι., Εκδ. Τραυλός, Αθήνα
Bokaris E.P. and Koutalis V. (2007) : "The "system of chymists" and the "Newtonian Dream" in Greek speaking communities in the 17th-18th centuries", *Science and Education in press*
Latour, B. (1987), Science in Action: How to follow scientists and Engineers through society, Cambridge, MA: Harvard University Press
Latour, B. and Woolgar, S. (1979), *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*, London: Sage Publications
Lavoisier, A.(1965), « Traite elementaire de Chimie, presente dans un ordre nouveau et d' apres les decouverte modernes » (Paris 1789), αγγλ. μτφρ. « *Elements of Chemistry* », Dover publications
Lavoisier, A. (1863-92), *Oeuvres*, I-VI, Imprimerie Nationale
McEvoy, J. (1995), « Pristley Responds to Lavoisier's Nomenclature » in « *Lavoisier in European Context* », (Eds) B.Bensaude-Vincent and F. Abbri, Watson, Publishing International, Canton, USA
McEvoy, J. (2000), In search of the chemical revolution: interpretive strategies in the history of chemistry, *Foundations of Chemistry*, 2, 47-73
Shapin, S. (1988), Following Scientists Around: Essay Review of Bruno Latour, "Science in Action", *Social Studies of Science* 19:533-550