Κ ΚΑΦΕΤΖΟΠΟΥΛΟΣ Σχ. Σύμβουλος ΠΕ04

ΕΝΟΤΗΤΑ 3 ΝΕΟΔΙΟΡΙΣΤΟΙ ΠΡΟΓΡ ΥΛΗΣ

# Προγραμματισμός και οργάνωση διδακτέας ύλης

Περιεχόμενα

[Προγραμματισμός και οργάνωση διδακτέας ύλης 1](#_Toc332202832)

[Θεματικά Πεδία Α΄ Φάσης Ι. Για τους νεοδιόριστους εκπαιδευτικούς: 1](#_Toc332202833)

[Θεματικό πεδίο 3. Προγραμματισμός και οργάνωση διδακτέας ύλης, εκπόνηση σχεδίου μαθήματος – Μοντέλα διδασκαλίας και στρατηγικές που ευνοούν την ενεργό συμμετοχή και αυτενέργεια των μαθητών 1](#_Toc332202834)

[Συνοπτικό διάγραμμα διδασκαλίας Σύντομη περίληψη, στόχοι διδασκαλίας 2](#_Toc332202835)

[Μεθοδολογία. 3](#_Toc332202836)

[Εκπαιδευτικό υλικό και ενδεικτική βιβλιογραφία (οι σύνδεσμοι-links) της βιβλιογραφίας, οδηγούν σε εκπαιδευτικό υλικό. 3](#_Toc332202837)

[Κατευθύνσεις στα Προγράμματα Σπουδών 3](#_Toc332202838)

[Ο προβληματισμός για το σχολικό εργαστήριο. 7](#_Toc332202839)

[Eναλλακτικές ιδέες 9](#_Toc332202840)

[Καινοτόμες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις, 11](#_Toc332202841)

[Κύρια Βιβλιογραφία 16](#_Toc332202842)

[Δευτερεύουσα βιβλιογραφία 16](#_Toc332202843)

[ΑΝΑΦΟΡΕΣ 17](#_Toc332202844)

### Θεματικά Πεδία Α΄ Φάσης Ι. Για τους νεοδιόριστους εκπαιδευτικούς:

### Θεματικό πεδίο 3. Προγραμματισμός και οργάνωση διδακτέας ύλης, εκπόνηση σχεδίου μαθήματος – Μοντέλα διδασκαλίας και στρατηγικές που ευνοούν την ενεργό συμμετοχή και αυτενέργεια των μαθητών

3α Παρουσίαση της φιλοσοφίας των νέων Αναλυτικών Προγραμμάτων. Προγραμματισμός και οργάνωση διδακτέας ύλης, εκπόνηση σχεδίου μαθήματος (Εργαστήριο: 4 ώρες)

3β Προετοιμασία διδακτικής ενότητας ή κεφαλαίου, στάδια διδασκαλίας με επιλογή διδακτικών στόχων και αντίστοιχων διδακτικών ενεργειών και μαθησιακών δραστηριοτήτων (εξοικείωση με μοντέλα διδασκαλίας, διδακτικές στρατηγικές και διδακτικά εργαλεία) (Εργαστήριο: 4 ώρες)

### Συνοπτικό διάγραμμα διδασκαλίας Σύντομη περίληψη, στόχοι διδασκαλίας

3α Μετά από την πρώτη επαφή και συζήτηση με τους επιμορφούμενους, με στόχο την γνωριμία μεταξύ μας και την κατάθεση απόψεων εμπειριών ή και ερωτήσεων, πραγματοποιείται η ενημέρωση για τις αρχές των νέων ΠΣ Γυμνασίου, σύμφωνα με το Νέο Σχολείο (στην σύνταξη των οποίων συμμετείχα). Κατατίθενται οι διεθνείς τάσεις φιλοσοφίας νέων ΠΣ και πραγματοποιούνται εξειδικεύσεις. Ο εκπαιδευτικός ως συνδημιουργός της εκπαιδευτικής διαδικασίας , οργανωτής της διδακτέας ύλης και συντάκτης των σχεδίων μαθήματός του με βάση το προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό από το Υπουργείο. Έμφαση δίνεται όχι στο σύνηθες- και βολικό – δασκαλοκεντρικό μοντέλο, αλλά στις στρατηγικές που ευνοούν την ενεργό συμμετοχή και αυτενέργεια των μαθητών όπως η διερευνητική μάθηση (inquire based learning) η εργαστηριακή διδασκαλία και οι συνθετικές/ερευνητικές εργασίες. Καταγράφονται τα υπέρ και τα κατά των διαφόρων μεθόδων και αναζητείται η αξιοποίηση πηγών και βοηθημάτων.

Κατά τις εισηγήσεις ακολουθούνται οι αρχές του νέου σχολείου δηλαδή διαδικασίες:

• Ανοικτές και ευέλικτες ως προς τον εκπαιδευτικό, ο οποίος θα έχει δυνατότητα παρέμβασης και αυτενέργειας στο περιεχόμενο και τη μέθοδο διδασκαλίας.

• Στοχοκεντρικές, ώστε να περιγράφεται με σαφήνεια η ανάπτυξη των βασικών γνώσεων και δεξιοτήτων. Οι στόχοι μπορούν να προσαρμόζονται σύμφωνα με τις ανάγκες και τις δυνατότητες των μαθητών, ώστε να επιτυγχάνεται το βέλτιστο μαθησιακό αποτέλεσμα.

• Διαθεματικές, ώστε να προωθούνται και να καλλιεργούνται βασικές δεξιότητες-ικανότητες με τη διατήρηση του διαθεματικού χαρακτήρα του προηγούμενου ΠΣ.

• Παιδαγωγικά διαφοροποιούμενες, ώστε να λαμβάνεται υπόψη ο διαφορετικός ρυθμός μάθησης των μαθητών, οι ιδιαιτερότητες σε μέσα και υποδομές, οι διαφορετικές κοινωνικό-πολιτισμικές αναπαραστάσεις και όλα τα άλλα στοιχεία που καθιστούν τη διδασκαλία μια μοναδική, μη-τυποποιημένη διαδικασία.

• Συνεκτικές και συνοπτικές, ώστε με βάση τους εκπαιδευτικούς στόχους να εξασφαλίζεται η συνέχεια και η σύνδεση της γνώσης μεταξύ των μαθημάτων της τάξης, αλλά και από τάξη σε τάξη και βαθμίδα σε βαθμίδα, καλύπτοντας τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες που συνιστούν τον Επιστημονικό Εγγραμματισμό.

3β

Με βάση τις θεωρίες μάθησης (κυρίως κλασσικές απόψεις, συμπεριφορισμό, κοινωνικό εποικοδομητισμό) αναπτύσσονται οι στρατηγικές διδασκαλίας και τα διδακτικά εργαλεία που έχει ο εκπαιδευτικός στη διάθεσή του σήμερα. Οι επιμορφούμενοι, μετά ένα σύντομο προβληματισμό και ανταλλαγή απόψεων για τα υπέρ και τα κατά κάθε θεωρίας, επιλέγουν –κατά το δυνατόν- τη δική τους θεωρία μάθησης και τη δική τους στρατηγική και πάνω σε αυτή οικοδομούν την προετοιμασία διδακτικού σεναρίου. Δίνεται έμφαση στην επιλογή των δυνατών σημείων των διαθέσιμων εργαλείων και στρατηγικών και στην ανάγκη για ενημέρωση ανταλλαγή απόψεων και περαιτέρω έρευνας- εμβάθυνσης.

### Μεθοδολογία.

Το Πρόγραμμα Επιμόρφωσης ακολουθεί την επιτυχή εμπειρία της επιμόρφωσης στο Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης του Π.Ι. (2011) και στηρίζεται σε βασικές αρχές της εκπαίδευσης ενηλίκων, όπως είναι:

• Ο καθοριστικός ρόλος των γνώσεων και των εμπειριών των επιμορφούμενων

• Η ενεργητική συμμετοχή των επιμορφούμενων στην επιμορφωτική διαδικασία

• Η χρήση βιωματικών επιμορφωτικών τεχνικών

• Η συνεργατική διερεύνηση των υπό μελέτη θεμάτων

• Ο στοχαστικός και αναστοχαστικός χαρακτήρας της επιμορφωτικής διαδικασίας.

### Εκπαιδευτικό υλικό και ενδεικτική βιβλιογραφία (οι σύνδεσμοι-links) της βιβλιογραφίας, οδηγούν σε εκπαιδευτικό υλικό.

## Κατευθύνσεις στα Προγράμματα Σπουδών

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η σύνταξη νέων Προγραμμάτων Σπουδών τόσο στην Πρωτοβάθμια όσο και στην Δευτεροβάθμια εκπαίδευση[[1]](#endnote-1), τόσο στην Ελλάδα όσο και Διεθνώς με δεκάδες νέα προγράμματα Φυσικών Επιστημών. Η κινητικότητα και το ενδιαφέρον συνεδρίων για θέματα εκπαίδευσης είναι ιδιαίτερα έντονα[[2]](#endnote-2). Στη χώρα μας η συγγραφή νέων σχολικών εγχειριδίων έχει πάρει εκρηκτικές διαστάσεις με πολλούς νέους τίτλους[[3]](#endnote-3), παράδειγμα των οποίων για το Γυμνάσιο και το Λύκειο είναι η θέσπιση «εκπαιδευτικών πακέτων» (βιβλίο μαθητή, βιβλίο καθηγητή, τετράδιο και οδηγός εργαστηρίου). Παράλληλα νέοι τίτλοι «Διδακτικής της Χημείας» προστίθενται στην ελληνική βιβλιογραφία και οι συνεχείς επανεκδόσεις υπογραμμίζουν το ιδιαίτερο ενδιαφέρον της εκπαιδευτικής κοινότητας[[4]](#endnote-4). Η έντονη αυτή κινητικότητα, αποτελεί σίγουρα μια πολύ σημαντική εξέλιξη και ένα δείκτη προόδου στα εκπαιδευτικά πράγματα της τελευταίας δεκαετίας[[5]](#endnote-5). Πολύ έντονη είναι η εκδοτική δραστηριότητα με ειδικά θέματα διδακτικής των Φυσικών Επιστημών[[6]](#endnote-6). Τα περιεχόμενα των τάσεων σχετικά με την εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών δείχνουν τις τρέχουσες τάσεις της έρευνας και αναφέρονται στα εξής θέματα[[7]](#endnote-7):

*Η Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες.*

*Τάσεις στη διδασκαλία των Φ.Ε.*

*Εκπαιδευτική Τεχνολογία.*

*Προγράμματα Σπουδών.*

*Εκπαιδευτικά Περιβάλλοντα (με έμφαση στο εργαστήριο).*

*Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών.*

*Αξιολόγηση.*

*Ισότητα.*

*Ιστορία και Φιλοσοφία της Επιστήμης.*

*Μέθοδοι έρευνας.*

Ανάμεσα στις διάφορες τάσεις της Διδακτικής της Χημείας που διακρίνονται διεθνώς και υλοποιούνται στη διαμόρφωση των Προγραμμάτων Σπουδών της Χημείας και στο περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων, δύο κύριες αναζητήσεις καλλιεργούνται[[8]](#endnote-8):

*Ως προς το περιεχόμενο με θεματολογία από την καθημερινή ζωή.*

*Ως προς τη μεθοδολογία με την αξιοποίηση του σχολικού εργαστηρίου.*

Οι αναζητήσεις αυτές (καθημερινή ζωή και σχολικό εργαστήριο) είναι μόνιμες και έντονες στο χώρο της χημικής δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Το παθητικό μοντέλο των διαλέξεων στην τάξη ή ακόμη και στο εργαστήριο επίδειξης, με ένα μαθητή παθητικό δέκτη και καταναλωτή της γνώσης, τείνει να αντικατασταθεί από την ομαδική δημιουργική δραστηριοποίηση των μαθητών, με τον δάσκαλο οδηγό και εμπνευστή. O δάσκαλος καλείται να οικοδομήσει τη νέα γνώση σε σταθερά θεμέλια και όχι να μεταβιβάσει κάποιες πληροφορίες που σύντομα θα λησμονηθούν. Το Πρόγραμμα Σπουδών συχνά πιέζει εκπαιδευτικούς και μαθητές και υπάρχει περίπτωση να πετυχαίνει αντίθετα αποτελέσματα από αυτά που διατείνεται ότι εξυπηρετεί. Πρόσφατα στην Αγγλία διατυπώθηκαν αντιδράσεις για το Πρόγραμμα Σπουδών, το οποίο ενώ αναφέρει ότι επιδιώκει την εργαστηριακή και διερευνητική μάθηση, στην πράξη τα σχολεία οδηγούνται σε ασκησιολογία υπό το άγχος των εξετάσεων[[9]](#endnote-9).

Το ζητούμενο είναι η βελτίωση διαδικασιών προσέγγισης των χημικών γνώσεων και η αποφυγή των παρανοήσεων όχι μόνο των μαθητών αλλά και των δασκάλων[[10]](#endnote-10). Βασική προϋπόθεση βέβαια είναι η ενσωμάτωση των καλύτερων ποιοτικών και ποσοτικών μεθόδων διδασκαλίας και έρευνας ώστε να πετύχουμε την αποδοτικότερη μάθηση[[11]](#endnote-11). Η Χημεία θεωρείται δύσκολο μάθημα, με κριτήριο την αδυναμία κατανόησης των βασικών εννοιών της, για παράδειγμα της χημικής μεταβολής, της σωματιδιακής σύστασης της ύλης και της χημικής ισορροπίας. Για παράδειγμα μόνο 25% των δεκαπεντάχρονων μαθητών στην Αγγλία έχουν αποδεκτή κατανόηση χημικών εννοιών ενώ 85% των μαθητών στα αμερικάνικα σχολεία έχουν παρανοήσεις για την έννοια της χημικής μεταβολής. Συχνές είναι οι αναφορές για τις δυσκολίες κατανόησης της χημικής αντίδρασης[[12]](#endnote-12) χωρίς είναι δυνατή η πλήρης αντιμετώπιση του θέματος από γνωσιολογική και μεθοδολογική σκοπιά. H διεθνής έρευνα στη Διδακτική της Χημείας δεν είναι ακόμη ικανή να αναδείξει και να καταγράψει όλες τις μεθοδολογικές προσεγγίσεις, τις βελτιώσεις στα σχολικά εγχειρίδια και την παράλληλη αξιοποίηση του εργαστηρίου, που απαιτούνται για τη βελτίωση των παραπάνω ποσοστών. Το θέμα είναι αρκετά πολύπλοκο και δεν υπάρχουν πάντα κοινές επιλογές. Αυτό συμβαίνει όχι μόνο στα σχολεία Αγγλίας και Αμερικής αλλά και στη γείτονα χώρα, εξ ανατολών[[13]](#endnote-13). Ακόμη και οι εκπαιδευτικοί δεν είναι πάντα έτοιμοι να προσλάβουν νέες μεθοδολογικές και εργαστηριακές διαδικασίες και αυτό συνέβη όχι μόνο με την ελληνική εφαρμογή της εργαστηριακής προσέγγισης της Φυσικής με το πρόγραμμα PSSC αλλά και με την αντίστοιχη Τουρκική[[14]](#endnote-14).

Οι μαθητές απωθούνται με την αφηρημένη φύση του μαθήματος της σχολικής Χημείας και τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν είναι να διεγερθεί το ενδιαφέρον τους με τοποθέτηση στην καρδιά του Curriculum Χημείας[[15]](#endnote-15) θεμάτων από την τεχνολογία, την υγεία, τις πηγές ενέργειας, το περιβάλλον, την ιστορία της επιστήμης κ.λπ. Η σύνδεση σχολικής χημείας με τη βιομηχανία συναντάται έντονα στη βιβλιογραφία[[16]](#endnote-16) με σκοπό:

*Την επίδειξη εφαρμογών βασικών αρχών της Χημείας στην παραγωγή.*

*Την ανάδειξη της σημασίας της χημικής βιομηχανίας για την κοινωνία.*

*Τη διερεύνηση ειδικών τοπικών προβλημάτων της χημικής βιομηχανίας (όπως χωροταξική διευθέτηση των εργοστασίων, προμήθεια πρώτων υλών κ.λπ.).*

Η συνολική προσέγγιση έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και αναφέρεται στην επιμόρφωση και ενημέρωση των εκπαιδευτικών για την ιδιαιτερότητα της προσέγγισης.

H ανησυχία για καλύτερη χημική εκπαίδευση είναι ένα διεθνές φαινόμενο. Οι εμπειρίες που μεταφέρονται στη βιβλιογραφία δείχνουν ότι δεν έχουμε αύξηση στο ενδιαφέρον των παιδιών για τις φυσικές επιστήμες παρά την αλματώδη τεχνολογική ανάπτυξη των τελευταίων 20 ετών[[17]](#endnote-17). Ιδιαίτερα την τελευταία δεκαετία, η Χημεία έχει δημιουργήσει αρνητικές διαθέσεις στην κοινωνία, π.χ. λόγω της ρύπανσης του περιβάλλοντος από προϊόντα της χημικής βιομηχανίας. Αποτέλεσμα είναι η δημιουργία «χημειοφοβίας» όπως εύστοχα χαρακτηρίζει την φοβία για τα χημικά, Ρώσος συγγραφέας[[18]](#endnote-18). To θέμα της χημειοφοβίας έχει ιδιαίτερη σημασία και τα εκπαιδευτικά πράγματα. Από τον μεταπολεμικό ενθουσιασμό απέναντι στη Χημεία, έχουμε φτάσει στο άλλο άκρο. Οι μη χημικοί αντιμετωπίζουν τον κόσμο της Χημείας με δέος ανάμεικτο με φόβο και σκεπτικισμό για «τα χημικά», έκφραση που σημασιολογικά- τόσο στα ελληνικά όσο και διεθνώς- έχει έντονα αρνητική χροιά. Αλλά τι ακριβώς είναι η χημειοφοβία; Στην ψυχολογία χρησιμοποιείται τον όρο φοβία για να δηλωθεί ένας παθολογικός φόβος για ένα αντικείμενο ή κατάσταση. Αν και το άτομο μπορεί να αντιληφθεί ότι ο φόβος του είναι παράλογος, όμως δεν είναι ικανό να τον ελέγξει. Χημειοφοβία λοιπόν είναι ο παράλογος φόβος για «τα χημικά» και «τη Χημεία»[[19]](#endnote-19). Η επόμενη ερώτηση που εύλογα προκύπτει είναι: «Γιατί λοιπόν τόσοι άνθρωποι έχουν μεγάλο φόβο για τα χημικά;» Δεν χρειάζεται παρά να ανατρέξει κάποιος στις πληροφορίες που δίνουν τα μέσα μαζικής ενημέρωσης για να καταλάβει το γιατί. Τα τελευταία χρόνια τα ΜΜΕ προβάλλουν τη χημεία και τα χημικά ως μόνιμες πηγές ρύπανσης, ασθενειών, όπλων πολέμου και καταστροφών. Επόμενο είναι, ο μέσος άνθρωπος να παραβλέπει την επανάσταση που έφερε η Χημεία στον πολιτισμό με τα λιπάσματα, τα φάρμακα και τα νέα υλικά. Είναι κοινώς αποδεκτό ότι ο μέσος πολίτης αποδέχεται τη γνώμη των ΜΜΕ. Χωρίς να θέλουμε να κάνουμε γενικεύσεις, από μέρους των επιστημόνων υπάρχει διάχυτη αμφισβήτηση και δικαιολογημένη επιφυλακτικότητα για την γνώμη που έχουν γενικώς τα ΜΜΕ σχετικά με τη Χημεία, τα χημικά και την επιστήμη γενικότερα[[20]](#endnote-20). Χρέος των Προγραμμάτων Σπουδών είναι να τοποθετούν το θέμα των θετικών και αρνητικών της Χημείας και των χημικών ουσιών (και της τεχνολογίας γενικότερα) στις πραγματικές του διαστάσεις πέρα από τις φοβίες και την «τρομολαγνεία» αλλά και πέρα από τον εφησυχασμό ότι δεν υπάρχει πρόβλημα.

Υπάρχει και η αισιόδοξη άποψη, η κρίση που πέρασε η χημική εκπαίδευση στις αρχές της δεκαετίας του 1990 αναφέρεται ότι αποτελεί παρελθόν[[21]](#endnote-21). Το ερώτημα είναι πως και στη χώρα μας θα περάσουμε από την γενικά ομολογούμενη υποβάθμιση που μαστίζει τη χημική εκπαίδευση σε μια “χημική” εκπαιδευτική άνοιξη[[22]](#endnote-22). Για να απαντήσουμε στο ερώτημα αυτό πρέπει να καθορίσουμε τι είναι το σημαντικότερο να διδαχθεί στη σχολική Χημεία και με ποιά μέθοδο. Φυσικά δεν δίνουμε όλοι την ίδια απάντηση. Από ορισμένους έχει εκφραστεί η επιθυμία μιας περισσότερο θεωρητικής προσέγγισης της Χημείας και από άλλους η προσέγγισή της μέσω της καθημερινής πρακτικής[[23]](#endnote-23). Η αντίθεση αυτή στα ελληνικά πράγματα μεταφέρεται αυτούσια με τη μορφή της εξάρτησης του εκπαιδευτικού συστήματος από τις εξετάσεις για την εισαγωγή των μαθητών στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση. Συχνά το κριτήριο των πάντων στην Ελλάδα είναι η επιτυχία στις εξετάσεις. Ποια όμως είναι τα σημαντικότερα θέματα για να διδαχθούν και να αξιολογηθούν; Υπάρχουν σημεία στα οποία μπορούμε όλοι να συμφωνήσουμε ως τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της Χημικής εκπαίδευσης. Είναι αυτό που ο R. Gillespie[[24]](#endnote-24) ονόμασε *οι θεμελιώδεις ή οι μεγάλες ιδέες της Χημείας* και θεωρεί ότι αποτελούν τη βάση της σύγχρονης Χημείας. Αυτές είναι:

*η ατομική θεωρία,*

*ο χημικός δεσμός,*

*η μοριακή γεωμετρία,*

*η κινητική θεωρία των αερίων,*

*η χημική αντίδραση,*

*και τέλος η ενέργεια με την εντροπία.*

Να τονίσουμε ότι στη Χημεία η διδασκαλία και η κατανόηση των εννοιών είναι δυσκολότερη και πιο πολύπλοκη από ότι στις άλλες Φυσικές Επιστήμες[[25]](#endnote-25). Οι μαθητές ενώ έχουν εμπειρίες για τις έννοιες της Φυσικής, της Βιολογίας, της Γεωλογίας, δεν έχουν εμπειρίες οι οποίες να τους βοηθούν στην κατανόηση της Χημείας. Η Χημεία άλλωστε, συχνά ασχολείται με μη εμπειρικές αλλά θεωρητικές έννοιες και οντότητες (π.χ. η έννοια του ατόμου, του ιόντος, του γραμμομορίου κ.λπ.). Οι έννοιες αυτές έχουν κατά κάποιο τρόπο δημιουργηθεί για να ερμηνεύσουμε τα πειράματά μας και τον κόσμο χωρίς να υπόκεινται σε άμεση εποπτεία.

Μια περιοχή της χημικής εκπαίδευσης που έγινε αντικείμενο ιδιαίτερης προσοχής τα τελευταία χρόνια είναι η κατανόηση της αναπαράστασης της ύλης μέσα από το *μακροσκοπικό, μικροσκοπικό και συμβολικό*  επίπεδο[[26]](#endnote-26). Ενώ στη δεκαετία του 1960 η έμφαση δινόταν στο συμβολικό και μικροσκοπικό επίπεδο της Χημείας, οι αναμορφώσεις των Προγραμμάτων Σπουδών των τελευταίων χρόνων σε διεθνή κλίμακα αλλά και στην Ελλάδα, ακολουθούν τη μακροσκοπική προσέγγιση της Χημείας[[27]](#endnote-27). Οι δυσκολίες στην κατανόηση της Χημείας γίνονται εμφανείς από τις παρανοήσεις, όχι μόνο των μαθητών, αλλά ακόμη και αυτών που διδάσκουν φυσικές επιστήμες[[28]](#endnote-28). Διεθνώς οι αυριανοί εκπαιδευτικοί βλέπουν τη διδασκαλία και τη μάθηση περισσότερο σαν προσφορά γνώσεων προς τους μαθητές παρά σαν οικοδόμηση νέας γνώσης. Η νέα γνώση παγιώνεται, χωρίς να υπάρχει ομοφωνία στις αρχές και τη μέθοδο, με την αποφυγή των παρανοήσεων των προτέρων εννοιολογικών δομών[[29]](#endnote-29). Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει πολύς δρόμος που πρέπει να διανυθεί ώστε να καταλήξουμε (αν καταλήξουμε) σε κάποια σταθερά διεθνώς δεδομένα για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Τα κοινά αυτά δεδομένα θα πρέπει να τα έχουν αποδεχθεί συγχρόνως οι μάχιμοι εκπαιδευτικοί, οι ερευνητές, οι θεωρητικοί της εκπαίδευσης και τέλος οι τεχνοκράτες.

Οι προβληματισμοί για την μεθοδολογία διδασκαλίας (όχι γενικά των Φυσικών Επιστημών αλλά ειδικά της Χημείας), είναι ιδιαίτερα έντονοι διεθνώς από τους αρμόδιους θεσμικούς φορείς. Η αποτυχία πολλών μαθητών στη Χημεία μας οδηγεί σε επανεξέταση των μεθόδων διδασκαλίας που ακολουθούμε[[30]](#endnote-30). Η American Chemical Society σε δήλωση του 1991 αναφέρει ότι η μελέτη της Χημείας είναι ουσιαστική για να κατανοήσουν οι μαθητές το φυσικό κόσμο και ότι αποτελεί το κλειδί για να επιτύχουν σε μια ποικιλία επαγγελματικών επιλογών όχι μόνο εντός αλλά και εκτός αυτών των μαθητών που έχουν αυστηρά «χημική κατεύθυνση». Η American Chemical Society κατανοώντας το γεγονός ότι οι προπτυχιακές σειρές μαθημάτων Χημείας πρέπει να υποστηρίζουν τις εκπαιδευτικές ανάγκες και τις επαγγελματικές βλέψεις των αυριανών πολιτών όπως και των αυριανών επιστημόνων συνιστά:

Τα εισαγωγικά μαθήματα χημείας να ξανασχεδιαστούν έτσι ώστε να διεγείρουν το ενδιαφέρον των μαθητών και να υπηρετούν τις ιδιαίτερες ανάγκες των λιγότερο προετοιμασμένων μαθητών.

*Οι προσπάθειες να συντονιστούν για τη δημιουργία επιστημονικά καλλιεργημένων μαθητών (αυτό που αναφέρεται και ως ανάπτυξη της «χημικής κουλτούρας των μαθητών» ή καλλιέργεια του «χημικού αλφαβητισμού των μαθητών»).*

*Να προωθηθεί η εργαστηριακή εμπειρία όλων των προπτυχιακών σπουδαστών.*

Τα διάφορα μοντέλα διδασκαλίας περιλαμβάνουν[[31]](#endnote-31):

*Νέες σειρές εισαγωγικών μαθημάτων τα οποία αντιμετωπίζουν και επιλύουν πραγματικά πειραματικά προβλήματα με μια διερευνητική προσέγγιση στη Χημεία με τη χρήση σύγχρονων χημικών αναλυτικών οργάνων.*

*Σειρές μαθημάτων οι οποίες προωθούν την εργαστηριακή εξάσκηση πρώτα και κατόπιν την αντιμετώπιση αφηρημένων εννοιών με τη βοήθεια αυτών των πειραματικών προσεγγίσεων.*

*Σειρές μαθημάτων σε συνδυασμό με άλλες επιστήμες έτσι ώστε οι μαθητές να διαπιστώνουν τη σύνδεση μεταξύ διαφόρων επιστημονικών αρχών.*

*Σειρές μαθημάτων με χαρακτηριστικό ποικίλες μεθοδολογίες όπως ερευνητική μάθηση, παρακολούθηση τρέχουσας βιβλιογραφίας κ.α.*

## Ο προβληματισμός για το σχολικό εργαστήριο.

Ένα μεγάλο θέμα που αντιμετωπίζεται τα τελευταία χρόνια ενώ δεν είχε τεθεί παλαιότερα, είναι η διδακτική έρευνα ειδικά για τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εργαστηριακής διδασκαλίας της Χημείας. Οι ίδιοι οι στόχοι της εργαστηριακής διδασκαλίας δεν είναι σταθεροί και αναλλοίωτοι. Ενώ κατά το παρελθόν και μέχρι τη δεκαετία του 1970, η εργαστηριακή εξάσκηση των μαθητών και φοιτητών είχε κύριο στόχο τη μελέτη γεγονότων και την επαλήθευση, τα τελευταία χρόνια, με την επίδραση του εποικοδομητισμού, ο προσανατολισμός είναι προς την ενθάρρυνση της κατανόησης των εννοιών. Οι μαθητές ωστόσο, βλέπουν το εργαστήριο σαν ένα χώρο που θα τους βελτιώσει τις πρακτικές δεξιότητες και όχι την εννοιολογική προσέγγιση θεμάτων Χημείας[[32]](#endnote-32). H νοοτροπία αυτή δεν υπάρχει μόνο σε άλλα κράτη. Οι Έλληνες καθηγητές και μαθητές, δεν έχουν εμπιστοσύνη στο ότι το εργαστήριο θα τους μάθει «καλύτερη» Χημεία. Έτσι ενώ σε μερικές περιοχές της Ελλάδος η εργαστηριακή εξάσκηση των μαθητών Γυμνασίου φτάνει το 30%, οι ίδιοι καθηγητές στο Λύκειο δεν ασχολούνται με το εργαστήριο πάνω από 5%[[33]](#endnote-33). Η συνήθης δικαιολογία είναι ότι στο Λύκειο τα παιδιά πρέπει να προετοιμάζονται για τις εισαγωγικές εξετάσεις στην τριτοβάθμια εκπαίδευση(!). Αυτό μπορεί να ερμηνευθεί ότι η εργαστηριακή εμπειρία δεν φαίνεται να βοηθάει στην κατανόηση της Χημείας άρα δεν βοηθάει και στις εξετάσεις.

Η αποτελεσματικότητα του εργαστηρίου Χημείας για την προώθηση της κατανόησης των εννοιών έχει διερευνηθεί από την άποψη της προώθησης πληροφοριών[[34]](#endnote-34). Το εργαστήριο δεν είναι πανάκεια για την κατανόηση της Χημείας. Πολλές έννοιες στη Χημεία δεν είναι άμεσα αντιληπτές και οι μαθητές δεν συνδέουν τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις του εργαστηρίου με ότι συμβαίνει στο μικρόκοσμο. Έχει υπογραμμιστεί ότι αυτά που “βλέπουν” οι καθηγητές σε ένα πείραμα δεν ταυτίζονται με αυτά που νομίζουμε ότι βλέπουν οι μαθητές[[35]](#endnote-35). Για να προωθήσει τη χημική γνώση και τη μάθηση, απαιτούνται ξεκαθαρισμένοι στόχοι, επίγνωση των δυνατοτήτων και αποφυγή του “μαθησιακού θορύβου” που συμβαίνει στο χώρο του εργαστηρίου. Οι μαθητές εύκολα παρεκτρέπονται από το θέμα των εργαστηριακών ασκήσεων ή συχνά ακόμη και το αγνοούν πλήρως. Οι δυσκολίες κατανόησης εννοιών κατά την εργαστηριακή εξάσκηση αποδίδονται στην αδυναμία της παραδοσιακής εργαστηριακής διδασκαλίας να παγιώσει τη νέα γνώση στη μακροπρόθεσμη μνήμη των σπουδαστών. Έτσι προτείνονται[[36]](#endnote-36) ανάμεσα στα άλλα:

*Να βοηθείται η μακροπρόθεσμη μνήμη των μαθητών ώστε να συγκρατεί το ‘μήνυμα’ και όχι το ‘θόρυβο’ που συμβαίνει στο εργαστήριο*

*Οι μαθητές να ενεργοποιούνται στο σχεδιασμό του πειράματος*

Να αποφεύγονται περιττοί χειρισμοί ώστε να μην φορτώνεται η «εργαζόμενη» μνήμη των μαθητών

*Στο εργαστήριο να δίνεται η ευκαιρία για αντιμετώπιση προβλημάτων.*

Μετά από τριών ετών έρευνα, η τήρηση ανάλογων αρχών οδήγησε σε βελτίωση της κατανόησης μαθητών από ότι σε μια ομάδα ελέγχου[[37]](#endnote-37). Ανάλογες έρευνες[[38]](#endnote-38) επισημαίνουν την χρησιμότητα της μείωσης της απασχόλησης της βραχυπρόθεσμης ή της εργαζόμενης μνήμης. Ένας τρόπος για να μην απασχολείται η φορτίζεται με ‘θόρυβο’ η εργαζόμενη μνήμη των μαθητών είναι, η ολοκληρωμένη και άρτια προετοιμασία πριν από την πραγματοποίηση των πειραμάτων.

Μια επικριτική άποψη για τις δραστηριότητες του σχολικού εργαστηρίου[[39]](#endnote-39) στηρίζεται στις παρανοήσεις και τις προηγούμενες εμπειρίες που μπορεί να έχουν οι μαθητές και να τους οδηγούν όχι στα συμπεράσματα που εμείς θεωρούμε αποδεκτά αλλά εκείνοι[[40]](#endnote-40). Οι βασικές αρχές της κριτικής στηρίζονται στις επιπτώσεις του εποικοδομητισμού (κονστρουκτιβισμού) στις δραστηριότητες του εργαστηρίου[[41]](#endnote-41). Τα κύρια σημεία είναι ότι οι μαθητές:

*πρέπει να έχουν προσδιορίσει τις σχετικές μεταβλητές σε ένα πείραμα*

*πρέπει να έχουν αντιληφθεί τα στάδια σε κάθε εργαστηριακή διαδικασία*

*να έχουν κατανοήσει τα δεδομένα, τις πληροφορίες και το υπολογιστικό μέρος του πειράματος*

*να χρησιμοποιούν ένα συγκεκριμένο φύλλο εργασίας*

*να έχουν εντοπίσει πηγές σφαλμάτων και να μπορούν να τις μειώνουν*

Σε ένα πολύ γνωστό πείραμα, του κεριού που σχετίζεται με τη σύσταση του αέρα σε οξυγόνο, γίνεται διεξοδική ανάλυση και καταρρίπτεται άμεσα η επιστημονική του αξιοπιστία και έμμεσα η παιδαγωγική του αξία[[42]](#endnote-42). H συνολική προσέγγιση φέρνει στο προσκήνιο μια άρτια μεθοδολογία κριτικής για «πειραματάκια» που τα θεωρούμε απλά και αυτονόητα ενώ περικλείουν δύσβατους και ομιχλώδεις δρόμους επιστημονικής μεθοδολογίας. Όταν σβήνει το κερί στο παραπάνω πείραμα, η θεωρούμενη κατανάλωση του οξυγόνου αποδεικνύεται λάθος εκτίμηση μεταξύ άλλων και από ένα ποντίκι που συνεχίζει να επιβιώνει στο περιβάλλον που θεωρείται χωρίς οξυγόνο!

Η παραπάνω κριτική τελικά μάλλον στηρίζει την αρτιότερη διεξαγωγή των εργαστηριακών ασκήσεων, αφού οδηγεί σε πιο ολοκληρωμένη και πλήρη αντιμετώπιση του χώρου του εργαστηρίου[[43]](#endnote-43)εξοπλισμένο με όργανα μετρήσεων και υπολογιστές. Δεν λείπουν οι ανανεωμένες προτάσεις για σειρές εργαστηριακών ασκήσεων που αντιμετωπίζουν τις αφηρημένες έννοιες που χαρακτηρίζουν τη Χημεία και συνδέουν το εργαστήριο με ουσίες της καθημερινής ζωής (οικιακά χημικά, λευκαντικά, φάρμακα, χρωστικές τροφίμων, οξέα φρούτων, βιταμίνες, πλαστικά, υφάνσιμες ίνες κ.λπ.)[[44]](#endnote-44). Προτείνονται πολύ πρωτότυπες παρουσιάσεις με την αξιοποίηση κακοποιημένων εννοιών της επιστήμης[[45]](#endnote-45) ή ακόμη και παιχνιδιών[[46]](#endnote-46) με πλήρη βιβλιογραφική καταγραφή και σχολιασμό. Η κριτική φτάνει και στους εκπαιδευτικούς που εμπλέκονται στο εργαστήριο και αναλύεται η διάκριση αυτού που συνήθως ονομάζουμε «θεωρία» και «πρακτική δουλειά»[[47]](#endnote-47).

## Eναλλακτικές ιδέες [[48]](#endnote-48)

Η βιβλιογραφία της Διδακτικής των Φ.Ε. των τελευταίων χρόνων περιλαμβάνει πλήθος εργασιών με αντικείμενο τον τρόπο που κατανοούν οι μαθητές, οι φοιτητές αλλά και οι δάσκαλοι τις έννοιες των Φ.Ε. Είναι θεαματικό το συμπέρασμα ότι οι εναλλακτικές ιδέες ή παρανοήσεις δεν υπάρχουν μόνο στο μυαλό των μαθητών μας αλλά και στην ίδια τη σκέψη των δασκάλων των Φ.Ε. Πολλές φορές ίσως είμαστε παρόντες σε διενέξεις μεταξύ εκπαιδευτικών για τον ακριβή προσδιορισμό μιας έννοιας. Η έρευνα των εναλλακτικών ιδεών έχει καταγραφεί και ερμηνευθεί σε πολλά σημεία μέσω της θεωρίας της εποικοδομητικής μάθησης. Οι μαθητές οικοδομούν νέες έννοιες με τη χρήση υπαρχουσών εννοιών και δομών οι οποίες δεν είναι πάντα ορθές. Έτσι το συνολικό οικοδόμημα παρουσιάζει συχνά αδυναμίες στην ορθή κατανόηση και ερμηνεία των φαινομένων που περιγράφουν οι Φ.Ε.

Στην Φυσική η βιβλιογραφία είναι πλουσιότερη από ότι στη Χημεία ή τη Βιολογία. Γενικός στόχος μας είναι να συμφωνήσουμε να ερμηνεύουμε τον κόσμο όχι όπως μπορεί ο κάθε ένας αλλά σύμφωνα με τα πρότυπα και τις επικρατέστερες αντιλήψεις της σύγχρονης Χημείας.

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών ξεκινούν από τη βάση της χημείας, την ατομική και μοριακή δομή της ύλης και μερικές χαρακτηριστικές είναι οι εξής:

Τα μόρια και τα άτομα έχουν ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τα υλικά σε μακροσκοπικό επίπεδο δηλαδή έχουν χρώμα, οσμή, μετρήσιμο βάρος, συγκεκριμένο γεωμετρικά καθορισμένο σχήμα (τέλειες σφαίρες) κλπ.

Τα μόρια και τα άτομα συμπιέζονται, συστέλλονται, διαστέλλονται ανάλογα με την πίεση ή τη θερμοκρασία

Τα μόρια και τα άτομα συμπεριφέρονται σαν μικρά ζωντανά πλάσματα!

Όταν αναφερόμαστε σε σύσταση μιας ουσίας (πχ το νερό) αυτό αποτελείται από υδρογόνο και οξυγόνο τα οποία διατηρούν τις αρχικές τους ιδιότητες (φυσικές ή χημικές)

Τα αέρια (γενικά) δεν έχουν μάζα

Αντίστοιχα πολλές παρανοήσεις επικρατούν σε θέματα χημικών δεσμών, πόλωσης δεσμών ή σχημάτων των μορίων

Όλοι οι πολωμένοι δεσμοί είναι το ίδιο πολωμένοι

Τα μη πολικά μόρια δεν σχηματίζουν δεσμούς μεταξύ τους

Το σχήμα των μορίων εξαρτάται από την πολικότητα

Σε θέματα χημικών αντιδράσεων και χημικής ισορροπίας υπάρχει πληθώρα εναλλακτικών ιδεών

Γενικά δεν κατανοούν την έννοια της χημικής αντίδρασης σε μοριακό επίπεδο και αδυνατούν να συνδέσουν μικροσκοπικό και μακροσκοπικό επίπεδο (αναδιάταξη χημικών δεσμών)

Γενικά δεν μπορούν να κατανοήσουν το δυναμικό χαρακτήρα μιας χημικής αντίδρασης και την συνεχή δημιουργία και διάσπαση δεσμών

Κατά τη χημική αντίδραση δεν γίνεται αλλαγή στη σύσταση και των δυο αντιδρώντων αλλά ένα δραστικό (π.χ. οξύ) προσβάλει ένα λιγότερο δραστικό ή αδρανές σώμα (π.χ. πέτρα ή μέταλλο). Το δραστικό μένει αναλλοίωτο και μπορεί να προσβάλλει τεράστιες ποσότητες από το λιγότερο δραστικό, δεν υπάρχει δηλαδή στοιχειομετρική σχέση

Η έννοια της ποσοτικής και μονόδρομης αντίδρασης είναι ριζωμένη στο μυαλό των μαθητών και αντικαθίσταται πολύ δύσκολα ή και καθόλου από την αμφίδρομη αντίδραση

Οι μαθητές δεν μπορούν να κατανοήσουν την έννοια της περίσσειας και δίνουν διάφορες λανθασμένες ερμηνείες για να την εξηγήσουν (οι ερμηνείες αυτές συχνά ακολουθούν τους συντελεστές που βλέπουν στη χημική εξίσωση και όχι τις ποσότητες που δίνονται)

Ενώ οι μαθητές λύνουν προβλήματα με στοιχειομετρικούς υπολογισμούς στη χημική ισορροπία, δεν κατανοούν πλήρως το φαινόμενο το οποίο επεξεργάζονται

Ιδιαίτερες παρανοήσεις (που συνδέονται και με τον τρόπο διδασκαλίας και τα προγράμματα σπουδών) έχουν γίνει στα οξέα και τις βάσεις. Η μεγαλύτερη παρανόηση είναι στην προσήλωση των οξέων-βάσεων κατά τον ορισμό του Αρρένιους και στον αμφιπρωτικό χαρακτήρα οξέων-βάσεων. Έτσι:

Μια ουσία θα είναι είτε οξύ είτε βάση

Οι βάσεις παρέχουν πάντα ανιόν υδροξύλιο και τα οξέα δίνουν πάντα κατιόν υδρογόνο

Δεν γίνεται κατανοητή η διάκριση οξέων και βάσεων κατά Bronsted Lowry

Ο κατάλογος των εναλλακτικών ιδεών των σπουδαστών στη Χημεία είναι μεγάλος και η σχετική βιβλιογραφία μπορεί να βοηθήσει τον ενδιαφερόμενο σε πολλές επί μέρους ενότητες. Η γνώση από μέρους του εκπαιδευτικού των πιθανών σημείων των παρανοήσεων που κάνουν οι μαθητές, μπορεί να τον βοηθήσει να επιμείνει σε αυτά τα σημεία περισσότερο, δίνοντας παραδείγματα, εξηγήσεις ή αναλυτικότερες ερμηνείες. Ειδικά για τη Χημεία υπάρχει μεγάλο πεδίο έρευνας για να καλυφθεί ακόμη αφού οι γνώσεις μας σε αυτά τα θέματα είναι ακόμη ανεπαρκείς. Όπως έχει επισημανθεί από την έρευνα, προβλήματα στη χημεία προέρχονται όχι μόνο από την ίδια τη δομή των προγραμμάτων σπουδών και την αλληλουχία των εννοιών αλλά και από τη χρήση της γλώσσας.

Τυπικό παράδειγμα είναι η ίδια η διδασκαλία της χημικής αντίδρασης. Είναι δύσκολο από την ποσοτική και μονόδρομη αντίδραση που διδάσκεται επί χρόνια ο μαθητής, να οδηγηθεί στην αμφίδρομη αντίδραση και τη χημική ισορροπία. Είναι δύσκολο από τη θεωρία των οξέων του Αρρένιους να κατανοήσει ότι το οξύ δεν είναι απαραίτητο να περιέχει και να παρέχει κατιόντα υδρογόνου στο μόριό του (ή ότι μπορεί ένα οξύ να είναι και ιόν!)

Η χρήση της γλώσσας και η λογική που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός δεν ταυτίζεται με αυτή των μαθητών. Αποτέλεσμα είναι να οδηγούνται σε διαφορετικές αντιλήψεις και εικόνες (νοητικές αναπαραστάσεις) για τον φυσικό κόσμο ιδίως για τον μικρόκοσμο. Λέξεις όπως *σωματίδιο, καύση, οξείδωση, μεταφορά φορτίου, πόλωση, διάλυμα, ενυδάτωση, ισορροπία, ηλεκτρικό ρεύμα, ενέργεια* και άλλες πολλές, έχουν πολύ διαφορετική σημασία και χρήση στην καθημερινή γλώσσα από ότι στις Φ. Ε. η καθημερινή εμπειρία και γλώσσα συχνά συγκρούεται με την «εμπειρία και τη γλώσσα» των Φ.Ε.

Ειδικά για τη Χημεία οι έννοιες που εισηγείται έχουν επιπλέον δυσκολίες από έννοιες αφηρημένες (άτομο μόριο ιόν τροχιακό) για τις οποίες δεν υπάρχουν εμπειρικά αλλά μόνο λεκτικά-νοητικά παραδείγματα. Έννοιες αφηρημένες (στοιχείο, μολ) για τις οποίες μπορούμε να δώσουμε εμπειρικά ποσοτικά παραδείγματα (αλλά δεν συνδέονται άμεσα και φανερά με την υπό περιγραφή έννοια) και έννοιες συγκεκριμένες (οξύ, βάση) οι οποίες έχουν συγκεκριμένα παραδείγματα αλλά η σύνδεση γίνεται είτε μακροσκοπικά από τις ιδιότητες είτε σε μικροσκοπικό επίπεδο από τη δομή. Αυτές οι δυσκολίες των εννοιών της χημείας έχουν ως αποτέλεσμα τη δυσκολία κατανόησης και την ευκολία δημιουργίας παρανοήσεων.

Για την άρση των παρανοήσεων έχει γίνει αποδεκτό ότι η εισαγωγή εμπειρικών δεδομένων από το εργαστήριο βοηθά την προσέγγιση των εννοιών που μπορούν να συνδεθούν με μακροσκοπικά δεδομένα (οξέα, μολ κλπ). Για τις αφηρημένες έννοιες, η χρήση πολυμέσων δίνει κάποιες λύσεις στην περίπτωση που έχει γίνει προσεκτικός σχεδιασμός. Οι νέες παρανοήσεις και νέες εναλλακτικές απόψεις από τη χρήση πολυμέσων δεν αποκλείονται.

## Καινοτόμες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις,

Ανάμεσα στις καινοτομίες που εμφανίζονται στην διεθνή βιβλιογραφία με στόχο την καλύτερη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, θα αναφερθούμε στο ρόλο των μουσείων και σε προσεγγίσεις με βάση την τεχνολογία των υλικών στη διδασκαλία της Χημείας.

Ένα μεγάλο θέμα που έχει ιδιαίτερα και αδικαιολόγητα παραμεληθεί στην Ελλάδα, είναι η αξιοποίηση του μουσείου και των συλλογών, για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Στην «Εισαγωγή» του φυλλαδίου «Συλλογαί Φυσικής Ιστορίας» γράφει πριν εκατό περίπου χρόνια ο Γεώργιος Δροσίνης[[49]](#endnote-49): *«Ο καταρτισμός μικρών μουσείων ή συλλογών Φυσικής Ιστορίας είνε ασχολία όσον τερπνή, τόσον και ωφέλιμος…Δυστυχώς μολονότι ζώμεν εις γην ευλογημένην, της οποίας το γλυκύ κίμα καθιστά αληθινήν απόλαυσιν τον υπαίθριον βίον, ανατρεφόμεθα και εκπαιδευόμεθα κλεισμένοι εις τας πόλεις και καρφωμένοι διαρκώς εις τα θρανία των σχολείων. Αναμένομεν και ως προς τούτο να έλθουν τα διδάγματα από τας ομιχλώδεις και παγεράς χώρας του Βορρά. Και είνε ανάγκη να μάθωμεν από τους Σουηδούς, τους Άγγλους, τους Γερμανούς και τους Ελβετούς, ότι την στέγην του σχολείου πρέπει συχνά να αντικαθιστά η σκιά των δένδρων και τα σχολικά θρανία η χλόη των αγρών! Γ. Δ. 1905»*

Η συνεισφορά των μουσείων στην εκπαίδευση γενικότερα έχει βέβαια εντοπισθεί[[50]](#endnote-50). Κάθε χρόνο εκατομμύρια παιδιά επισκέπτονται μουσεία, εκθεσιακούς ή αρχαιολογικούς χώρους. Το μουσείο ως εκπαιδευτικό περιβάλλον είναι ιδιαίτερα σημαντικό αφού φέρει τη σφραγίδα της αυθεντικότητας. Το μουσείο έχει συνδεθεί ιδιαίτερα με την κλασική παιδεία ή τη διδασκαλία φιλολογικών μαθημάτων[[51]](#endnote-51). Υπάρχει μια γενική τάση επαναπροσδιορισμού του ρόλου του σύγχρονου ελληνικού μουσείου σύμφωνα με τα διεθνώς ισχύοντα και μια προσπάθεια να προσεγγίσει το ευρύ κοινό και να δραστηριοποιήσει τους επισκέπτες με διάφορες εκπαιδευτικές ή ψυχαγωγικές δραστηριότητες[[52]](#endnote-52). Η άποψη αυτή ενισχύεται από το ίδιο το Διεθνές Συμβούλιο Μουσείων (ICOM) και έχει ευρεία απήχηση στο Ελληνικό Τμήμα του ΙCOM. Από τη δεκαετία του ’60 αναπτύχθηκε η μουσειοπαιδαγωγική, σαν ξεχωριστό πεδίο πρακτικών δραστηριοτήτων που χαρακτηρίζεται από μεγάλης ποικιλίας δραστηριότητες, εκδηλώσεις και εργασίες[[53]](#endnote-53). Αυτές αφορούν κατά κύριο λόγο τις ξεναγήσεις, διδασκαλίες, ομιλίες με θέμα το μουσείο με βασικό αποδέκτη τις σχολικές τάξεις. Στις δραστηριότητες με μικρότερη σπουδαιότητα για τα μουσεία περιλαμβάνονται η κατάρτιση φυλλαδίων για σχολικές τάξεις, οι δραστηριότητες για μαθητές, και η προσφορά μαθημάτων ή σεμιναρίων για πρακτικές-δημιουργικές δραστηριότητες όπως η ζωγραφική, η φωτογραφία, η λειτουργία ομάδων εργασίας (θέατρο, εκδρομές) κ.λπ. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια όλο και μεγαλύτερη δραστηριότητα των μουσειοπαιδαγωγών σε μορφές επικοινωνιακής μετάδοσης με την έννοια του ποικίλου υλικού που συνοδεύει τις εκθέσεις του μουσείου.

Υπάρχουν πολλές αναφορές για προγράμματα Φυσικών Επιστημών σε μουσεία Φυσικών Επιστημών[[54]](#endnote-54) και το θέμα απασχολεί έντονα τη διεθνή κοινότητα των εκπαιδευτικών. H αξιοποίηση των μουσείων φυσικής ιστορίας, των ενυδρείων ή των ζωολογικών κήπων για τη διδασκαλία της φυτολογίας της ζωολογίας ή της βιολογίας είναι μια γνωστή δοκιμασμένη εκπαιδευτική τακτική με θετικά αποτελέσματα. Τα μουσεία μπορούν να λειτουργήσουν ως εξαιρετικά εργαστήρια με δραστηριότητες που απευθύνονται στους μαθητές και να αποτελέσουν έτσι το χώρο δημιουργικής βιωματικής μάθησης. Ανάλογα θέματα εξετάζονται διεξοδικά για μαθητές[[55]](#endnote-55) αλλά η εκπαίδευση στο μουσείο ενδιαφέρει και τους ενήλικες[[56]](#endnote-56).

Όμως, η σύνδεση θετικών και θεωρητικών επιστημών δεν εμφανίζεται μέσα από το χώρο των μουσείων. Η αξιοποίηση ενός μουσείου τέχνης για όφελος των φυσικών επιστημών δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη τακτική. Αντίθετα, οι ίδιοι οι παιδαγωγικοί στόχοι φαίνεται να διαχωρίζουν ακόμη και τους προσανατολισμούς των σχετικών γνωστικών αντικειμένων[[57]](#endnote-57). Δεν λείπουν οι σπάνιες εξαιρέσεις[[58]](#endnote-58) με διασύνδεση Γεωλογίας και Τέχνης με το πρίσμα όμως του καλλιτέχνη και όχι του Γεωλόγου. Δεν λείπουν και τελείως προσωπικές αντιλήψεις και συσχετισμοί για τα κοινά σημεία Τέχνης και Επιστήμης[[59]](#endnote-59)

Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές η μάθηση ευνοείται στο χώρο του μουσείου κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις[[60]](#endnote-60):

*Oι εκπαιδευτικοί να ενημερώνονται για τις ιδέες ή τις εμπειρίες που αποκτούν οι μαθητές στο μουσείο.*

*H διδασκαλία να είναι μαθητοκεντρική και όχι με κέντρο τους στόχους της διδασκαλίας.*

*Tα προσωπικά ενδιαφέροντα και η προσωπική περιέργεια των μαθητών να είναι οδηγοί στη μάθησή τους.*

*Oι μαθητές να εξασκούνται σε πρακτικές επιστημονικές διερευνητικές διαδικασίες*

Σε κάποιες προσεγγίσεις, το θέμα επιστήμης-τέχνης αντιμετωπίζεται για παιδιά του δημοτικού[[61]](#endnote-61) περισσότερο από την άποψη της χρήσης των τεχνικών παρουσιάσεως αποτελεσμάτων. Δημιουργία πόστερ, πινάκων, εικόνων και σχεδίων αποτελούν την έμμεση προσφορά της τέχνης στην επιστήμη. Μερικοί πρόσθετοι τρόποι που αναφέρονται για την συμπληρωματικότητα τέχνης με τις Φυσικές Επιστήμες είναι:

*Η μελέτη της επίδρασης έγχρωμου φωτισμού στο χρώμα των αντικειμένων*

*Η μελέτη ιδιοτήτων των υλικών. Τα παιδιά ζωγραφίζουν με μολύβια σε διάφορα είδη χαρτιού ώστε να αντιληφθούν την υφή τους*

*Η παρασκευή διαλυμάτων έγχρωμων αλάτων και επικάλυψη με αυτά σχεδίων που ζωγράφισαν οι μαθητές*

*Η δημιουργία διάφορων διακοσμητικών μοτίβων με μαγνήτες και ρινίσματα σιδήρου.*

Η παραπομπή σε σχετική βιβλιογραφία μπορεί να προσφέρει ιδέες και δραστηριότητες οι οποίες συνδέουν την τέχνη με τις φυσικές επιστήμες[[62]](#endnote-62).

Μια διαφοροποιημένη προσέγγιση αρκετά ασαφής και θεωρητική, εμφανίζεται πρόσφατα με οπτική που διαβλέπει κοινό τόπο σε Επιστήμη και Τέχνη[[63]](#endnote-63). Αναφέρονται ως μέρη του ίδιου ενιαίου πολιτισμού και αυτό αποτελεί αφορμή για την επανεξέταση κοινών τους σημείων μέσα από τα Προγράμματα Σπουδών. Τα κοινά σύμφωνα με τον αρθρογράφο είναι οι διερευνητικές δραστηριότητες που υπηρετούν την εξερεύνηση του κόσμου την φαντασία και την ανθρώπινη ύπαρξη. Η απεικόνιση ενός τοπίου με την ζωγραφική μπορεί να θυμίζει περισσότερο φυσική ιστορία παρά τέχνη. Οι εργαστηριακές δραστηριότητες στις Φυσικές Επιστήμες αποβλέπουν στο να ενθαρρύνουν τους μαθητές να χρησιμοποιούν επιστημονικές έννοιες και θεωρίες για να κατανοούν να εξηγούν και να μεταφράζουν τον κόσμο και τις εμπειρίες τους. Η εργασία στην τέχνη δυναμικά δίνει ευκαιρίες για κάτι ανάλογο. Η πρόταση δεν είναι να εξεταστούν με ιδιαίτερο τρόπο οι ιδιότητες των υλικών της τέχνης για παράδειγμα (αν και αυτό είναι αρκετά χρήσιμο). Η πρόταση είναι οι δραστηριότητες της τέχνης να μπορούν να προωθήσουν ευκαιρίες για χρήση επιστημονικών ιδεών, με τρόπους που να γίνονται σημαντικές και συγχρόνως συμπληρωματικές, αμφότερες οι αισθητικές κρίσεις και οι καλλιτεχνικές αντιλήψεις που περιλαμβάνονται σε κάθε εργασία στην τέχνη, στη δεξιοτεχνία και στο σχέδιο.

Η προσέγγιση θεμάτων χημείας και τέχνης έχει γίνει με πιο διεξοδικό και σαφή τρόπο για ηλικίες 11 έως 18 ετών[[64]](#endnote-64). Σε συνεργασία της Royal Society of Chemistry στην Αγγλία (RSC), με την National Gallery (Εθνική Πινακοθήκη του Λονδίνου), προσεγγίστηκε η σχέση της χημείας με την τέχνη στην ζωγραφική, στα υλικά που χρησιμοποιούνται, στις αλλαγές που υφίστανται κατά την πάροδο του χρόνου και στην ανάλυση, συντήρηση και αποκατάσταση των έργων τέχνης. Το πρόγραμμα αυτό απευθύνεται σε μαθητές ηλικίας 11-18 ετών και σε εκπαιδευτικούς. Σχολιάζονται οι τεχνικές σε πέντε πίνακες της Εθνικής Πινακοθήκης, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, οι φθορές, η συντήρηση και όπου είναι απαραίτητο η αποκατάσταση που πραγματοποιήθηκε. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η προέλευση του προγράμματος αυτού που ξεκίνησε το 1997 από το Τμήμα Εκπαίδευσης της RSC σε συνεργασία με την Εθνική Πινακοθήκη, με σκοπό τη συλλογή υλικού και την έναρξη ενός προγράμματος με έμφαση στη σχέση χημείας με την τέχνη. Η Εθνική Πινακοθήκη έχει ένα Επιστημονικό Τμήμα που περιλαμβάνει έξι χημικούς ειδικούς στην ανάλυση πινάκων με φυσικοχημικές μεθόδους. Η RSC για αρκετά χρόνια με άρθρα, πόστερ, διαλέξεις κ.λπ. προωθούσε την κατανόηση της σχέσης της Χημείας με μια μεγάλη ποικιλία ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η σειρά Salters Advanced Chemistry (Heinemann) περιλαμβάνει μια ενότητα σχετική με τα υλικά της ζωγραφικής με στοιχεία που έχει προμηθεύσει το επιστημονικό προσωπικό της Πινακοθήκης. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει την έκδοση ενός φυλλαδίου που συνοδεύεται με έγχρωμες αναπαραγωγές πινάκων ζωγραφικής. Για κάθε πίνακα αναφέρονται μερικά στοιχεία της ιστορίας του καθώς και τα υλικά που χρησιμοποίησε ο καλλιτέχνης. Ένα άλλο φυλλάδιο περιέχει λεπτομέρειες από την πρακτική εργασία κατάλληλη για μαθητές 11-16 ετών. Ένα άλλο τέλος φυλλάδιο απευθύνεται σε μαθητές πάνω από τα 16 και σε καθηγητές και ασχολείται με τη χημεία της όρασης, την ανάμιξη των χρωμάτων και το γιατί τα έγχρωμα αντικείμενα είναι έγχρωμα. Περιλαμβάνει αρκετή οργανική χημεία και χημεία των στοιχείων μεταπτώσεως. Ακόμη αναπτύσσονται με λεπτομέρειες αναλυτικές τεχνικές. Περιλαμβάνουν Υπέρυθρη Φασματοσκοπία (FTIR), Αέριο Χρωματογραφία (GC), Φασματομετρία μάζης (MS) και υγρή Χρωματογραφία (HPLC)- όλες κατάλληλες για οργανικά υλικά που συναντάμε στα συνδετικά μέσα των πινάκων (κόλλες, βερνίκια κ.λπ.). Για τις χρωστικές (pigments) και τα υποστρώματα (grounds) χρησιμοποιούνται τεχνικές ανάλυσης όπως σκέδαση ακτίνων –Χ (X-ray diffraction) και μικροφασματομετρική ανάλυση λέιζερ (laser microspectral analysis LMA). Στην πρακτική εργαστηριακή εξάσκηση των μαθητών δόθηκε προσοχή στα μέτρα ασφαλείας. Επισημάνθηκαν πιθανοί κίνδυνοι και δόθηκαν οι κατάλληλες προφυλάξεις. Οι πρακτικές δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν στα σχολεία όλων των τύπων και κατευθύνσεων. Οι μαθητές παρασκεύασαν τις δικές τους χρωστικές (τα πιγμέντα). Πολλές γνήσιες παλιές χρωστικές μπορούν εύκολα να παρασκευαστούν με απλές αντιδράσεις καθιζήσεως. Σε αυτές περιλαμβάνεται το λευκό του μολύβδου (2PbCO3.Pb(OH)2), και το πράσινο του μαλαχίτη (CuCO3.Cu(OH) 2). Ακόμη παρασκευάστηκαν με καταβύθιση κίτρινο του χρωμίου (PbCrO4) και κυανούν του Βερολίνου (Prussian blue) (Fe[Fe(CN)6] 3 Το θέμα της συντήρησης και αποκατάστασης έργων τέχνης που θίγεται στο παραπάνω κείμενο παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το χημικό αλλά και τον εκπαιδευτικό και μας έχει απασχολήσει κατ’ επανάληψη και επί μακρόν στο παρελθόν[[65]](#endnote-65). Οι φυσικοχημικές διαδικασίες διάβρωσης αποτελούν ένα θέμα που μπορεί να προταθεί για τη βαθμίδα του Λυκείου αλλά φαίνεται πολύ εξειδικευμένο για την παρούσα έρευνα η οποία απευθύνεται σε μαθητές Γυμνασίου. Να τονισθεί ότι η ένταξη θεμάτων τέχνης ή τεχνολογίας υλικών στη διδασκαλία της Χημείας δεν βρίσκει πάντα ανταπόκριση και ενθουσιασμό από μέρους των μαθητών[[66]](#endnote-66) . Τα ενδιαφέροντα των μαθητών έχουν ιδιαίτερα μεγάλη ποικιλία και συχνά δεν ανταποκρίνονται στις προθέσεις μας. Να αναφέρουμε ότι οι εφαρμογές των Φυσικοχημικών μεθόδων ανάλυσης στα έργα τέχνης, έχουν δώσει πολύ σημαντικά αποτελέσματα και υπάρχει σχετική βιβλιογραφία[[67]](#endnote-67). Αποσπάσματα και αναφορές για αυτές τις φυσικοχημικές μεθόδους μπορούν να ενταχθούν στη διδασκαλία της χημείας.

Ένα ιδιαίτερα σημαντικό θέμα είναι η τεχνολογία των υλικών. Η τεχνολογία υλικών υπάρχει ως γνωστικό αντικείμενο στην ειδικότητα Συντήρηση Έργων Τέχνης – Αποκατάσταση, στα Τεχνικά Επαγγελματικά Εκπαιδευτήρια (ΤΕΕ) και συνοδεύεται από το αντίστοιχο αξιόλογο σχολικό εγχειρίδιο[[68]](#endnote-68). Το θέμα της τεχνολογίας των χρωμάτων, της χημείας των χρωστικών, έχει απασχολήσει το άνθρωπο από την πρώτη στιγμή που κατέφυγε στην παρασκευή νέων χρωμάτων, νέων χρωστικών. Από τον Πλίνιο τον Πρεσβύτερο έχουν διασωθεί μαρτυρίες “Περί της αρχαίας Ελληνικής ζωγραφικής”. Από τα κείμενα των μέσων χρόνων έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον οι χημικές-αλχημιστικές συνταγές που συναντάμε στην μοναδική “Πραγματεία περί της Ζωγραφικής”[[69]](#endnote-69). Η σύνδεση Χημείας με την αρχαιολογία, τη συντήρηση έργων τέχνης, τη ζωγραφική, την Τέχνη γενικότερα έχει δώσει ποικίλους καρπούς ένας των οποίων είναι η Αρχαιομετρία, η εφαρμογή φυσικοχημικών μεθόδων ανάλυσης σε έργα τέχνης. Η διεθνής Βιβλιογραφία στα παραπάνω θέματα είναι ιδιαίτερα πλούσια[[70]](#endnote-70). Να τονίσουμε ότι μεγάλοι εκδοτικοί οίκοι αφιερώνουν σειρά εκδόσεων σε θέματα όπως 1) Φυσικές επιστήμες, Αναλύσεις και τεχνολογία στην αρχαιολογία και τη Συντήρηση και 2)Τέχνη: Υλικά και τεχνικές, Χρώματα, συντήρηση χρωμάτων. Η συμβολή της Χημείας στην ανάπτυξη της τεχνολογίας των χρωμάτων και βαφών αγνοείται από τα ελληνικά σχολικά προγράμματα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης Η αλματώδης ώθηση της Χημείας στη δημιουργία νέων χρωμάτων και νέων βαφών είναι άγνωστη στους μαθητές γυμνασίου και λυκείου. Θέματα εφαρμογών και τεχνολογίας μπορούν να εισαχθούν εργαστηριακά και να είναι σε πλήρη αρμονία με τις μεγάλες ιδέες της Χημείας που διατύπωσε ο Gillespie. Οι χημικές αντιδράσεις για παράδειγμα που η κατανόησή τους γίνεται σαφώς καλύτερα σε συνδυασμό με την τεχνολογία και την καθημερινή ζωή, περικλείουν τις χαρακτηριστικότερες έννοιες όλης της Χημείας. Η βασικότερη λειτουργία των χημικών αντιδράσεων στη βιομηχανία και την έρευνα είναι ότι τις χρησιμοποιούμε για συγκεκριμένο σκοπό, δηλαδή για την παρασκευή ενός επιθυμητού προϊόντος με συγκεκριμένες ιδιότητες. Αυτή είναι ίσως η σημαντικότερη «προσφορά» της Χημείας από την γέννηση της τεχνολογίας, από την εποχή του σιδήρου. Είμαστε υποχρεωμένοι την καθοριστική προσφορά της Χημείας στον πολιτισμό να την μοιραστούμε με τους μαθητές μας και να την αξιοποιήσουμε διδακτικά στο φυσικό χώρο διδασκαλίας της Χημείας, στο σχολικό εργαστήριο.

Η σχέση της Χημείας με την κοινωνία και την τεχνολογία μπορεί να ενταχθεί στα Προγράμματα Σπουδών και να αξιοποιηθεί ιδιαίτερα στην διδακτική πράξη. Η διεθνής πραγματικότητα αλλά και οι ίδιες οι ανάγκες των μαθητών, μας οδηγούν προς αυτή την κατεύθυνση.

Το θέμα βρίσκεται στο κέντρο της έρευνας της διδακτικής της Χημείας και συγκεκριμένες λύσεις και αναφορές έχουν προταθεί για εφαρμογή στην σχολική πραγματικότητα. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτών των τάσεων είναι ότι συνδυάζουν διάφορες γνωστικές περιοχές (επιστήμη, τεχνολογία, τέχνη, λογοτεχνία κλπ), δημιουργούν κίνητρα για μάθηση και οδηγούν σε ολοκληρωμένη προσέγγιση της γνώσης, με διαδικασίες αποδοτικότερης μάθησης.

### Κύρια Βιβλιογραφία

1. Βιβλία του Εκπαιδευτικού όλων των μαθημάτων ειδικότητας ΠΕ04, τα οποία υπάρχουν αναρτημένα στο διαδίκτυο, όπου και καταγράφεται μεγάλο μέρος αξιοποιήσιμης βιβλιογραφίας για τους εκπαιδευτικούς.
2. «Θέματα Διδακτικής για τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών» με συνοδευτικό CD Ζησιμόπουλος Γ., Καφετζόπουλος Κ., Μουτζούρη-Μανούσου Ε., Παπασταματίου Ν., Εκδόσεις Πατάκη ISBN 960-16-0602-5, Αθήνα 2002
3. Τρέχοντα και Νέα Προγράμματα Σπουδών Χημείας Γυμνασίου

### Δευτερεύουσα βιβλιογραφία

1. «ΧΗΜΕΙΑ Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ, ΒΙΒΛΙΟ ΚΑΘΗΓΗΤΗ» Α. Γεωργιάδου, Κ. Καφετζόπουλος, Ν. Προβής, Δ. Χηνιάδης και Ν. Σπυρέλλης, ΟΕΔΒ, Έκδοση Α΄, 1997
2. «ΧΗΜΕΙΑ Γ΄ Γυμνασίου, Βιβλίο του καθηγητή» Α. Γεωργιάδου, Κ. Καφετζόπουλος, Ν. Προβής, Δ. Χηνιάδης και Ν. Σπυρέλλης, ΟΕΔΒ, Έκδοση Α΄, 1999
3. «ΧΗ.ΠΟ.ΛΟ» CD-Rom , Εκπαιδευτικό Λογισμικό Χημείας Γυμνασίου, ανάδοχος ΕΜΠ, Ομάδα δημιουργίας: Ν. Σπυρέλλης, Α. Μπουντουβής, Ι. Παλυβός, Π. Γύφτου, Στ. Ψαρρού, Α. Γεωργιάδου, Κ. Καφετζόπουλος, Ν. Προβής, Δ. Χηνιάδης, Ι. Τζιγκουνάκης, Ε. Λειβαδίτης <http://www.e-yliko.gr/Lists/List40/AllItems.aspx> (1999)
4. «ΛΕΥΚΙΠΠΟΣ» CD-Rom , Εκπαιδευτικό Λογισμικό Χημείας Ενιαίου Λυκείου, Ομάδα δημιουργίας: Συστέμα Πληροφορική ΑΕ, Εργαστήριο Γενικής Χημείας Σχολής Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ, Eurocom Expertise AE, IGVP, Εκδόσεις “V”-Συμμετείχα στην Ομάδα παιδαγωγικού Σχεδιασμού του Έργου (Π. και Ε. Βλάμος, Ι. Γιακουμής, Κ. Καφετζόπουλος, Γ. Κοντογεώργης, Α. Λουλούδη, Α. Πολύζου, Ι. Σκληράκης, Δ. Χηνιάδης) <http://www.e-yliko.gr/Lists/List40/AllItems.aspx> (2000).
5. «Χημικοί Υπολογισμοί Α» Εκπαιδευτικό υλικό/λογισμικό <http://www.e-yliko.gr/Lists/List40/DispForm.aspx?ID=173> Εκπαιδευτική ομάδα Ανάπτυξης του Έργου: Β. Αγγελόπουλος, Α. Γεωργιάδου, Κ. Δαλακώστα, Κ. Καφετζόπουλος, Γ. Κορακάκης, Φ. Ντούσγου, Ε. Παυλάτου, Ν. Σπυρέλλης, Ανάδοχος φορέας: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Εργαστήριο Γενικής Χημείας της Σχολής Χημικών Μηχανικών), Πράξη: Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Λογισμικού και Ολοκληρωμένων Εκπαιδευτικών Πακέτων για τα Ελληνικά σχολεία της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης & Διάθεση Προϊόντων Εκπαιδευτικού Λογισμικού στα Σχολεία (ΠΛΕΙΑΔΕΣ) ΥΠΕΠΘ 2003-2007
6. «Άνθρακας Α» Εκπαιδευτικό υλικό/λογισμικό <http://www.e-yliko.gr/Lists/List40/DispForm.aspx?ID=154&Source=http%3A%2F%2Fwww%2Ee%2Dyliko%2Egr%2Fresource%2Fsupportmaterial%2FEduAll%2Easpx> Εκπαιδευτική ομάδα Ανάπτυξης του Έργου: Β. Αγγελόπουλος, Α. Γεωργιάδου, Κ. Δαλακώστα, Κ. Καφετζόπουλος, Γ. Κορακάκης, Φ. Ντούσγου, Ε. Παυλάτου, Ν. Σπυρέλλης, Ανάδοχος φορέας: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Εργαστήριο Γενικής Χημείας της Σχολής Χημικών Μηχανικών), Πράξη: Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Λογισμικού και Ολοκληρωμένων Εκπαιδευτικών Πακέτων για τα Ελληνικά σχολεία της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης & Διάθεση Προϊόντων Εκπαιδευτικού Λογισμικού στα Σχολεία (ΠΛΕΙΑΔΕΣ) ΥΠΕΠΘ 2003-2008
7. Έργο: «Επιμόρφωση εκπαιδευτικών στη χρήση και αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) στην εκπαιδευτική διδακτική διαδικασία» κατ. Πράξεων 2.1.1θ. του Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. ΙΙ Ενδεικτικά προγράμματα σπουδών και επιμορφωτικό υλικό από τις ομάδες εργασίας του Π.Ι. βρίσκονται στον σύνδεσμο: <http://www.pi-schools.gr/programs/epeaek_b_epipedo/epim_tpe/index.php>
8. Καφετζόπουλος Κ., Φωτιάδου Τ., Χρυσοχόος Ι. (2002). «Φυσικές Επιστήμες, Επαγγελματικός Προσανατολισμός, Ξένες Γλώσσες: Διαθεματική προσέγγιση και πρακτικές εφαρμογές» *Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών θεμάτων*, τεύχος 6 Ειδικό Αφιέρωμα στην Ευέλικτη Ζώνη 190-204. <http://www.pi-schools.gr/download/publications/epitheorisi/teyxos6/kafetzopoulos.PDF>
9. Καφετζόπουλος Κ., Ι. Βρεττός, Ν. Σπυρέλλης, Α. Καραλιώτα-Λυμπεροπούλου, (2003) «Σύγχρονες Αναζητήσεις της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών: Η περίπτωση της Χημείας», *Νέα Παιδεία*, τεύχος 105, 111-133,
10. Καφετζόπουλος Κ, Μανωλόπουλος Μ., (2005) «Μαθηματικά και Χημεία» *ΕΥΚΛΕΙΔΗΣ γ΄* Τεύχος 63, 1-11, <http://www.hms.gr/modules/wfsection/article.php?articleid=1183>
11. Κafetzopoulos C., Spyrellis N., Karaliota-Lymperopoulou A. (2006),“The Chemistry of Art and the Art of Chemistry” *Journal of Chemical Education,* Vol. 83, No. 10,1484-1488.
12. Ζουγανέλη Α., Καφετζόπουλος Κ, Σοφού Ε., Τσάφος Β., (2007) «Αξιολόγηση του εκπαιδευτικού έργου», *Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων,* τεύχος 13, 135-151. <http://www.pi-schools.gr/download/publications/epitheorisi/teyxos13/135-151.pdf>
13. Καφετζόπουλος Κ., (2009) «Ανοίγοντας νέους δρόμους στη Χημεία της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης» *Τιμητική έκδοση για τον Καθηγητή ΕΜΠ Νικόλαο Σπυρέλλη* σελ. 415-419, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Αθήνα Νοέμβριος.
14. Καφετζόπουλος Κ., Δούκας Γ., Σακκιάδη Β. (2010) «Η Χημεία στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση την τελευταία εικοσιπενταετία. Διαπιστώσεις και προτάσεις» *Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων*, τεύχος 16, 241-254 <http://www.pi-schools.gr/download/publications/epitheorisi/teyxos16/241-254.pdf>

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Σειρά: «Προγράμματα Σπουδών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης», Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα 2000 [↑](#endnote-ref-1)
2. Ενδεικτικά αναφέρουμε:

   α) 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση» Ένωση Ελλήνων Χημικών και Τμήμα Χημείας Πανεπιστημίου Αθηνών Δεκέμβριος 1998

   β) 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση» Θεσσαλονίκη Μάιος 1998 Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης

   γ) «Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών Στην Ελλάδα Σήμερα» Ένωση για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών Μάρτιος 2001

   δ) Ένωση Ελλήνων Χημικών: Ημερίδα με προτάσεις για τα Αναλυτικά Προγράμματα Χημείας Γυμνασίου και Λυκείου, Αθήνα, Μάρτιος 2001

   ε) Ένωση Ελλήνων Φυσικών Ημερίδες για τη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Αθήνα 29 Μαρτίου 2001, Λακωνία 30 Μαρτίου 2001 κλπ) Τι ίδιες ημέρες γινόταν πανελλήνιο συνέδριο στη Θεσσαλονίκη με σκοπό την πληρέστερη και πλέον αποτελεσματική σύνδεση και αλληλεπίδραση της Τριτοβάθμιας με τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση στα παρακάτω θέματα: κατάρτιση εκπαιδευτικών, προγράμματα σπουδών και διδακτικά βιβλία. [↑](#endnote-ref-2)
3. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, «Το έργο μιας τριετίας 1997-2000 » Αθήνα , Μάρτιος 2000

   Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, «Νέα Βιβλία των Τ.Ε.Ε.» Αθήνα, Οκτώβριος 2000 [↑](#endnote-ref-3)
4. α) Κ. ΓΙΟΥΡΗ-ΤΣΟΧΑΤΖΗ *«Διδακτική Πειραμάτων Χημείας»* Εκδ. Ζήτη Θεσ/νίκη 2000

   β) Κ. ΓΙΟΥΡΗ ΤΣΟΧΑΤΖΗ, Γ. ΜΑΝΟΥΣΑΚΗ *«Διδακτική της Χημείας»* Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη 2000

   γ) ΔΗΜΗΤΡΑ ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΥ – ΚΑΤΣΑΝΗ *«Διδακτικές και Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές επιστήμες»* εκδ. Τυπωθήτω Γ. Δαρδανός2000

   δ) Γ. ΜΠΙΣΜΠΙΚΟΣ, *«Πειραματική Διδασκαλία της Ανόργανης Χημείας»* Εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα 1996 [↑](#endnote-ref-4)
5. Δ. ΨΥΛΛΟΣ, «Εκπαιδευτικοί, Παιδαγωγικές Πρακτικές και Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών» Η μερίδα Ε.Ε.Φ. Αθήνα 29 Μαρτίου 2001 [↑](#endnote-ref-5)
6. α) ΤΣΑΠΑΡΛΗΣ Γ *«Θέματα Διδακτικής Φυσικής και Χημείας στη Μέση Εκπαίδευση».* Εκδ. Γρηγόρη 1999

   β) ΚΟΚΚΟΤΑΣ Π. *«Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών»* 2η έκδοση Αθήνα 1998

   γ) ΚΟΚΚΟΤΑΣ Π *«Διδακτική των Φυσικών Επιστημών»* Εκδ. Γρηγόρη 1999

   δ) ΚΟΚΚΟΤΑΣ Π. *«Διδακτικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες Σύγχρονοι Προβληματισμοί»* Εκδ. Τυπωθήτω Αθήνα 2000

   ε) ΑΡΤΕΜΗΣ Μ. ΑΘΑΝΑΣΑΚΗΣ *«Παιδαγωγικές Κατευθύνσεις Φυσικών Επιστημών»* εκδ. Σαββάλα Αθήνα 1995

   στ) Μ. Σ. ΜΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ, *«Διδάσκω Χημεία»,* Εκδόσεις Σαββάλας, Αθήνα 1997 [↑](#endnote-ref-6)
7. *International Handbook of Science Education* *KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS,* DORDRECHT/BOSTON/LONDON, (1998) τόμοι Ι και ΙΙ σελίδες 1-1263 [↑](#endnote-ref-7)
8. Α. Γεωργιάδου, Κ. Καφετζόπουλος, Ν. Προβής, Δ. Χηνιάδης, Ν. Σπυρέλλης «Νεότερες Τάσεις στη Διαμόρφωση των Αναλυτικών Προγραμμάτων της Χημείας» 17ο Πανελλήνιο Συνέδριο Χημείας 1997 [↑](#endnote-ref-8)
9. Ε.W. JENKINS “The impact of the national curriculum on secondary school teaching in England and Wales” *International Journal of Science Education,* Vol. 22, no 3, 325-336, (2000) [↑](#endnote-ref-9)
10. Κ. ΚΑΦΕΤΖΟΠΟΥΛΟΣ «Τι είναι το άτομο;» *Χημικά Χρονικά* σελ. 89, **3,** 59 (1997) [↑](#endnote-ref-10)
11. J. D. Herron , S.C. Nurrenbern ”Chemical Education Research: Improving Chemistry Learning” *Journal of Chemical Education Vol. 76 No. 10 October 1999 p. 1353-1361* [↑](#endnote-ref-11)
12. α) H. STAVRIDOU and C. SOLOMONIDOU “Conceptual reorganization and the construction of the chemical reaction concept during secondary education” *International Journal of Science Education,* Vol. 20, no 2, 205-221, (1998) και

    β) M. AHTEE και I. VARJOLA “Students’ understanding of chemical reaction” *International Journal of Science Education,* Vol. 20, no 3, 305-316, (1998) [↑](#endnote-ref-12)
13. A. AYAS and A. DEMIRBAS, «Turkish Secondary Students’ Conceptions of Introductory Chemistry Concepts» *Journal of Chemical Education*  Vol. 74, No. 5 May 1997 [↑](#endnote-ref-13)
14. S. AYAS et al «Development of the Turkish Secondary Science Curriculum» *Science Education* 77(4) 433-440 (1993) [↑](#endnote-ref-14)
15. ALASTAIR FLEMING, “What future for chemistry to age 16?” *School Science Review,*80(291) σελ 29December 1998, [↑](#endnote-ref-15)
16. Μ. ΚESNER et al “The development and implementation of two industrial chemistry case studies for the Israeli high school chemistry curriculum” *Int. J. Sci. Educ. Vol. 19 no5, 565-576 (1997)*  [↑](#endnote-ref-16)
17. C. DAWSON, «Upper primary boys’ and girls’ interests in science: have they changed since 1980?” *International Journal of Science Education,* Vol. 22, no 6, 557-570, (2000) [↑](#endnote-ref-17)
18. S.S. Berdonosov et al. “Experience in Chemical Education in Russia: How to Attract the Young Generation to Chemistry under Conditions of “Chemophobia” *Journal of Chemical Education Vol. 76 No. 8 August 1999 p. 1086-1088* [↑](#endnote-ref-18)
19. Λίζας Βάρβογλη «Η χημεία, τα χημικά και η χημειοφοβία» εφημ. «ΤΟ ΒΗΜΑ» Κυριακή 11-3-2001 [↑](#endnote-ref-19)
20. ό.π. [↑](#endnote-ref-20)
21. Vladimir N. Garkov “Chemical Education in Bulgaria” *Journal of Chemical Education Vol. 76 No. 8 August 1999 p. 1083-1085* [↑](#endnote-ref-21)
22. Περιοδικό «Χημικά Χρονικά» ενδεικτικά στο τεύχος Οκτωβρίου 2000 σελ.227: Επιστολή των Προέδρων των Τμημάτων Χημείας της Χώρας προς τον Υπουργό Παιδείας [↑](#endnote-ref-22)
23. Bob Campell et al., “Science: The Salters’ Approach A case Study of the Process of Large Scale Curriculum Development” *Science Education 78 (5) 415-447 1994* [↑](#endnote-ref-23)
24. Ronald J. Gillespie “The Great Ideas of Chemistry” *Journal of Chemical Education Vol. 74 No. 7 1997 p. 862-863* [↑](#endnote-ref-24)
25. DOROTHY GABEL ‘The Complexity of Chenistry and Implications for Teaching σελ. 233 κ.ε. στο *International Handbook of Science Education* *KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS,* DORDRECHT/BOSTON/LONDON, (1998) [↑](#endnote-ref-25)
26. A. H. JOHNSTONE, “Τhe Development of Chemistry Teaching” *Journal of Chemical Education,* 70, 701-703, 1993 [↑](#endnote-ref-26)
27. α) Α. ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ, Κ. ΚΑΦΕΤΖΟΠΟΥΛΟΣ, Ν. ΠΡΟΒΗΣ, Δ. ΧΗΝΙΑΔΗΣ, Ν. ΣΠΥΡΕΛΛΗΣ, «Νεότερες τάσεις στη διαμόρφωση των Αναλυτικών Προγραμμάτων της Χημείας» 17ο Πανελλήνιο Συνέδριο Χημείας, Πάτρα (1996)

    β) Α. ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ, Κ. ΚΑΦΕΤΖΟΠΟΥΛΟΣ, Ν. ΠΡΟΒΗΣ, Δ. ΧΗΝΙΑΔΗΣ, Ν. ΣΠΥΡΕΛΛΗΣ, «Χημεία Β΄ Γυμνασίου Το βιβλίο του καθηγητή» ΟΕΔΒ Αθήνα 1997 [↑](#endnote-ref-27)
28. DOROTHY GABEL ‘The Complexity of Chemistry and Implications for Teaching σελ. 233 κ.ε. στο *International Handbook of Science Education* *KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS,* DORDRECHT/BOSTON/LONDON, (1998) [↑](#endnote-ref-28)
29. T. Kobala et al “Prospective gymnasium teachers’ conceptions of chemistry learning and teaching” *International Journal of Science Education,* Vol. 22, no 2, 209-224, (2000) [↑](#endnote-ref-29)
30. J. D. HERRON, “Piaget for chemists”, *Journal of Chemical Education*, **52**, 146-150 [↑](#endnote-ref-30)
31. στο Keith w. prichard and r. mclAran sawyer, *Handbook of College Teaching, Theory and Applications,* Greenwood Press, London 1994  *σελ. 218 κ.ε.* [↑](#endnote-ref-31)
32. A. M. ABDALLA, “Students’ Attitudes Towards Chemistry Practicals in Jordanian Universities” *Journal of Education and Science,* 14, 11-35, (1994) [↑](#endnote-ref-32)
33. Προσωπική επικοινωνία με τους υπεύθυνους ΕΚΦΕ (Εργαστηριακών Κέντρων Φυσικών Επιστημών) σε διάφορες περιοχές της Ελλάδος το σχολ. έτος 1999-2000 [↑](#endnote-ref-33)
34. A. H. JOHNSTONE, and K. M. LETTON “Investigating Undergraduate Lab Work” *Education in Chemistry,* 27, 9-11, (1990) [↑](#endnote-ref-34)
35. Κ. ΚΑΦΕΤΖΟΠΟΥΛΟΣ «Γλωσσικές και Μεθοδολογικές δυσκολίες στη Διδασκαλία της Χημείας, Εννοιολογικά και Λογικά προβλήματα στη Θεωρία και το Εργαστήριο» 5ο Επιμορφωτικό Σεμινάριο Τμήματος Παιδείας και Χημικής Εκπαίδευσης της ΕΕΧ Αθήνα (1995) [↑](#endnote-ref-35)
36. A. H. JOHNSTONE, and K. M. LETTON “Practical Measures for Practical Work” *Education in Chemistry,* 28, 81-83, (1991) [↑](#endnote-ref-36)
37. A. H. JOHNSTONE, R. J. SLEET & J. F. VIANNA “An Information Processing Model of Learning. Its Application to an Undergraduate Laboratory Course in Chemistry” *Studies in Higher Education* 19, 77-87 (1994) [↑](#endnote-ref-37)
38. DOROTHY GABEL ‘The Complexity of Chenistry and Implications for Teaching σελ. 240 κ.ε. στο *International Handbook of Science Education* *KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS,* DORDRECHT/BOSTON/LONDON, (1998) [↑](#endnote-ref-38)
39. D. HODSON, “Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion” *Journal of Curriculum Studies,* 28, 115-135 (1996) [↑](#endnote-ref-39)
40. Κ. MEYER and R. CARLISLE “Children as experimenters” *International Journal of Science Education,* Vol. 18, no 2, 231-248, (1996) [↑](#endnote-ref-40)
41. T. SHILAND «Constructivism: The implications for Laboratory work” *Journal of Chemical Education* vol. 76 no1 p. 107 (1999) [↑](#endnote-ref-41)
42. J. BIRK andA. LAWSON, “The persistence of the Candle-and-Cylinder Misconception” *Journal of Chemical Education* vol. 76, no 7 page 914 (1999) και

    *http://jchemed.chem.wisc.edu/Journal/issues/1999/Jul/abs914.html* [↑](#endnote-ref-42)
43. C. BAILEY et al. “An Integrated Lecture-Laboratory Environment for General Chemistry” *Journal of Chemical Education* vol. 77, no 2 page 195 (2000) και *http://chemweb.calpoly.edu/chem* [↑](#endnote-ref-43)
44. R. KERBER and M. AKHTAR, «Getting Real: A General Chemistry Laboratory Program Focusing on “Real World”Substances” *Journal of Chemical Education* vol. 73, no 11 page 1023 (1996) [↑](#endnote-ref-44)
45. M. EPSTEIN, “Using Bad Science To Teach Good Chemistry” *Journal of Chemical Education* vol. 75, no 11 page 1399 (1998) [↑](#endnote-ref-45)
46. J. RUSSELL, “Using Games To Teach Chemistry, an annotated Bibliography” *Journal of Chemical Education* vol. 76, no 4 page 481 (1999) [↑](#endnote-ref-46)
47. J. DONNELLY “The place of the laboratory in secondary science teaching” *International Journal of Science Education,* Vol. 20, no 5, 585-596, (1998) [↑](#endnote-ref-47)
48. Αικατερίνη Σ. Λάγκα, Αθηνά Β. Πέτρου. *"από τα Παραδοσιακά στα Νέα Μοντέλα Διδασκαλίας. Κονστρουκτιβισμός. Θεωρία και* *Πράξη".* Σύγχρονη Εκπαίδευση, τεύχος 112, Μάιος - Ιούνιος 2000, σελ. 75-79.

    Ελένη Σταυρίδου. *"Φυσικές και Χημικές μεταβολές της ύλης: η ύλη καταστρέφεται; Πόσο επηρεάζει η σχολική διαδικασία μάθησης την υπάρχουσα εννοιολογική συγκρότηση των μαθητών - μαθητριών;"* Ψυχολογικές Έρευνες στην Ελλάδα, Τόμος 1, 1992, σελ. 113-129.

    Χριστίνα Σολομωνίδου - Ελένη Σταυρίδου. "Ιδέες μαθητών/τριών για τις υλικές μεταβολές: Ο ρόλος της καθημερινής γλώσσας στη διαμόρφωσή τους". Επιθεώρηση Φυσικής. Τεύχος 20. Σελ.11-16

    Κ. ΚΑΦΕΤΖΟΠΟΥΛΟΣ «Γλωσσικές και Μεθοδολογικές δυσκολίες στη Διδασκαλία της Χημείας, Εννοιολογικά και Λογικά προβλήματα στη Θεωρία και το Εργαστήριο» 5ο Επιμορφωτικό Σεμινάριο Τμήματος Παιδείας και Χημικής Εκπαίδευσης της ΕΕΧ Αθήνα (1995)

    ΤΣΑΠΑΡΛΗΣ Γ «Θέματα Διδακτικής Φυσικής και Χημείας στη Μέση Εκπαίδευση». Εκδ. Γρηγόρη 1999 [↑](#endnote-ref-48)
49. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΔΡΟΣΙΝΗ *Συλλογαί Φυσικής Ιστορίας* Σύλλογος προς διάδοσιν ωφελίμων βιβλίων Αθήναι 1905 [↑](#endnote-ref-49)
50. «Παιδί και Μουσείο» Αφιέρωμα περιοδικού *Αρχαιολογία,* τεύχος 16, (1985) [↑](#endnote-ref-50)
51. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΔΑΛΚΟΣ *Σχολείο και μουσείο* εκδόσεις Καστανιώτη Αθήνα 2000 [↑](#endnote-ref-51)
52. Άλκηστις *Μουσεία και Σχολεία, Δεινόσαυροι και Αγγεία,* Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα 1995 [↑](#endnote-ref-52)
53. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΚΟΥΒΕΛΗ, *Η σχέση των μαθητών με το Μουσείο,* Εθνικό Κέντρο Κοινωνικών Ερευνών, Αθήνα 2000 [↑](#endnote-ref-53)
54. S. PRICE and G. HEIN “more than a field trip: science programmes for elementary school groups at museums*” Int. J. Sci. Educ*. Vol. 13, no 5, page 505-519 (1991) [↑](#endnote-ref-54)
55. L. RAMEY-GASSERT, “Same place, different experiences: exploring the influence of gender on students’ science museum experiences” *Int. J. Sci. Educ.*  Vol. 18, no8, p. 903-912 (1996) [↑](#endnote-ref-55)
56. C. DUFRESNE-TESSE and A. LEFEBVRE “The museum in adult education: a psychological study of visitor reactions” *International Review of Education* **40**(6): 469-484, (1994) [↑](#endnote-ref-56)
57. J. DONNELLY, “Interpreting differences: the educational aims of teachers of science and history, and their implications” *J. Curriculum Studies,* vol. 31, no 1, (1999) [↑](#endnote-ref-57)
58. JANE DOVE «Geology and Art: Cross-curricular Links” NSEAD, σελ. 171 (1997) [↑](#endnote-ref-58)
59. MICHAEL YEOMANS “Creativity in Art and Science: A personal View” NSEAD, σελ. 241, (1996) [↑](#endnote-ref-59)
60. JANETTE GRIFFIN “Learning science through practical experiences in museums”, *Int. J. Sci. Educ.,* vol. 20, no. 6, 655-663, (1998) [↑](#endnote-ref-60)
61. ARTHUR A. CARIN, “Teaching Modern Science” Merrill, Ohio, 1997 [↑](#endnote-ref-61)
62. α) S. CRISWELL, *Nature Trough Science and Art”* New York, McGraw-Hill, 1994

    β) JEAN SHAW and SALLY BLAKE, “Helpful Hints: The Art of Science”. *Science and Children, 31,* no.3, 1993, 43. [↑](#endnote-ref-62)
63. M. WENHAM,” Art and Science in Education: The common Ground” *NSEAD, page 61 (1998)* [↑](#endnote-ref-63)
64. MARTYN BERRY, “Chemistry and art”, *School Science Review*, **80** (293), σελίδες 31-38, (1999) [↑](#endnote-ref-64)
65. Κ. ΚΑΦΕΤΖΟΠΟΥΛΟΣ «Χημεία , Συντηρητές και Συντήρηση Έργων Τέχνης» *Χημικά Χρονικά* σελ. 2 τεύχος 10, **55**, (1992) [↑](#endnote-ref-65)
66. Εμπειρία από τις παραδόσεις μαθήματος Χημείας (με στοιχεία τεχνολογίας υλικών) στο 4ο Τεχνικό Λύκειο Αθηνών 1988-1990 στις ειδικότητες Γραφίστες και Συντηρητές έργων Τέχνης. [↑](#endnote-ref-66)
67. Ενδεικτικά αναφέρουμε:

    α) «Φυσικοχημικές μέθοδοι διερεύνησης των Έργων Τέχνης», Ελληνογαλλικός Επιστημονικός και Τεχνικός Σύνδεσμος, Αθήνα 1983

    β) «Τέχνη και Τεχνολογία» Επιστημονικό συμπόσιο Αθήνα 1993

    γ) Ε. Ιωακείμογλου *«Τα οργανικά υλικά στην Τέχνη και την Αρχαιολογία»,* εκδ. Τροχαλία Αθήνα (1993) [↑](#endnote-ref-67)
68. Β. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ κ.ά. *«Τεχνολογία Υλικών»* Συντήρηση Έργων Τέχνης-Αποκατάσταση ΟΕΔΒ 1999 [↑](#endnote-ref-68)
69. CENNINO CENNINI *«Το βιβλίο της Τέχνης, ή Πραγματεία περί της Ζωγραφικής»* ARTIGRAF (1990) [↑](#endnote-ref-69)
70. Κ. ΚΑΦΕΤΖΟΠΟΥΛΟΣ *«Χημεία για Συντηρητές έργων τέχνης»* Αθήνα 1992 [↑](#endnote-ref-70)