

## Μια πρόταση οργανωμένης διδακτικής παρέμβασης για την καλύτερη κατανόηση εννοιών των Φυσικών Επιστημών με την αξιοποίηση της εικαστικής τέχνης

Χριστίνα Παπαζήση

[cpapazi@yahoo.com](mailto:cpapazi@yahoo.com)

Σχολική Σύμβουλος Φυσικών Επιστημών

**Περίληψη.** Στο σύγχρονο σχολείο αποτυπώνεται η αναγκαιότητα ανανέωσης και εμπλουτισμού των μεθόδων και των εργαλείων διδασκαλίας στα διάφορα γνωστικά αντικείμενα και ειδικότερα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, προκειμένου οι μαθητές να διασαφηνίζουν και να κατανοούν καλύτερα τις έννοιες και φαινόμενα και να τα προσεγγίζουν καλλιεργώντας τη δημιουργική και κριτική σκέψη. Με βάση τα παραπάνω με την παρούσα εργασία επιχειρείται μια οργανωμένη διδακτική παρέμβαση στην τάξη με την αξιοποίηση της εικαστικής τέχνης ως εργαλείο κατανόησης εννοιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με τη μέθοδο της «μετασχηματίζουσας μάθησης μέσα από την αισθητική εμπειρία», με τρεις βασικές συνιστώσες: δράσεις, ερωτήσεις, διδακτικές ενέργειες. Η παρούσα διδακτική παρέμβαση σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε στο πλαίσιο της εκπόνησης Ερευνητικής Εργασίας (ΕΕ) σε μαθητές της Β΄ τάξης ημερησίου ΓΕΛ κατά τη σχολική χρονιά 2012-13, με συνολική διάρκεια τρεις διδακτικές ώρες και με θέμα: «CERN - από τα μυστικά του Big Bang στο Web και το Grid».

**Λέξεις κλειδιά:** κατανόηση εννοιών, μετασχηματίζουσα μάθηση, δημιουργική σκέψη, κριτική σκέψη.

### Εισαγωγή

Μια κοινή διαπίστωση ανάμεσα στους εκπαιδευτικούς είναι ότι οι Φυσικές Επιστήμες συχνά διδάσκονται με τρόπο αφηρημένο, που απαιτεί από τους μαθητές/ριες απομνημόνευση χωρίς τη συμμετοχή τους σε μαθησιακές δραστηριότητες στις οποίες θα μπορούσαν να έχουν πρωταγωνιστικό ρόλο και να καλλιεργήσουν την κριτική και δημιουργική σκέψη, με αποτέλεσμα να θεωρούνται οι έννοιες και τα φαινόμενα δυσνόητα και να μειώνεται το ενδιαφέρον τους για αυτές. Στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών προτείνονται μέθοδοι και τρόποι διερεύνησης της γνώσης σε συνεργατικό και εμπλουτισμένο μαθησιακό περιβάλλον μέσα από τη χρησιμοποίηση ποικίλων μέσων, υλικών και διαδικασιών ανάλογα με την ηλικία και τις ανάγκες των μαθητών. Σταδιακά γίνεται όλο και πιο κατανοητή από τους/τις εκπαιδευτικούς - μέσα από επιμορφωτικές δράσεις - η ανάγκη να συμπεριλαμβάνονται στο σχεδιασμό των διδακτικών σεναρίων διαδικασίες νοητικής και συναισθηματικής εμπλοκής των μαθητών/ριών, όπως για παράδειγμα η χρησιμοποίηση της τέχνης με θεατρικά κείμενα και με εικαστικά έργα τέχνης, η οργάνωση παιχνιδιού ρόλων, η αντιπαραβολή απόψεων στην τάξη με θέματα από την Ιστορία των Φυσικών Επιστημών κ.λπ. Οι εκπαιδευτικοί είναι απαραίτητο να γνωρίζουν μεθόδους και εργαλεία που θα τους βοηθήσουν στη δημιουργία σύγχρονου μαθησιακού περιβάλλοντος. Στο πλαίσιο αυτό τίθεται η ανάγκη για εμπλουτισμό των μεθόδων

ανάπτυξης της κριτικής και δημιουργικής σκέψης, καθώς και της κατανόησης των φαινομένων και των εννοιών των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές/ριες.

Η κριτική σκέψη βασίζεται κυρίως στην ανάλυση των δεδομένων, που γίνεται με τους κανόνες της λογικής, ενώ η δημιουργική σκέψη βασίζεται κυρίως στην ελεύθερη και πρωτότυπη σύνθεση των δεδομένων, την οποία κάνει το άτομο με τη βοήθεια της φαντασίας του. Η συνύπαρξη και των δύο αυτών διαστάσεων, της κριτικής και της δημιουργικής, καθιστούν τη σκέψη ανώτερης ποιότητας και αποτελεσματική. Στην πράξη, αυτές οι δύο διαστάσεις συνυπάρχουν, σε διαφορετικό βαθμό και αναλογία κάθε φορά (Ματσαγγούρας, 2003). Στη σχολική τάξη μπορούν να καλλιεργηθούν τόσο η κριτική, όσο και η δημιουργική σκέψη και αυτό αποτελεί μία από τις βασικές επιδιώξεις της διδασκαλίας.

Με τον όρο «κατανόηση» των εννοιών και των φαινομένων των Φυσικών Επιστημών εννοούμε την οικοδόμηση με προσωπικό τρόπο από τη μεριά των μαθητών/ριών της νέας επιστημονικής γνώσης μέσα σε κατάλληλο μαθησιακό περιβάλλον, που τους επιτρέπει την αλληλεπίδραση μεταξύ τους, με υλικά και με αντικείμενα στο πλαίσιο κατάλληλων μαθησιακών δραστηριοτήτων (εποικοδομητική αντίληψη). Η οικοδόμηση της νέας επιστημονικής γνώσης συντελείται καλύτερα μέσα από μικρά συνεργατικά σχήματα, στο πλαίσιο των οποίων οι μαθητές/ριες πραγματοποιούν κατάλληλα μαθησιακά έργα και δραστηριότητες, επικοινωνούν μεταξύ τους, εκφράζουν τις απόψεις τους με επιχειρήματα, διαπραγματεύονται νοήματα. Επίσης οι μαθητές/ριες εξοικειώνονται με διαδικασίες διερεύνησης μαθαίνοντας να συλλέγουν δεδομένα, να τα αξιολογούν, να τα ερμηνεύουν και να διατυπώνουν συμπεράσματα (Σταυρίδου, 2011).

### **Σκοπός της διδακτικής παρέμβασης και Στοχοθεσία**

Η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση αξιοποιεί την εικαστική τέχνη ως εργαλείο με τη μέθοδο της «μετασχηματίζουσας μάθησης μέσα από την αισθητική εμπειρία», στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Σκοπός της παρέμβασης είναι η διαμόρφωση και η εφαρμογή ενός διδακτικού μοντέλου στη σχολική τάξη, που θα συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση εννοιών. Ο όρος «συμβολή» αφορά στο να εξοικειωθούν οι μαθητές/ριες με όρους, να διασαφηνίσουν φαινόμενα, να κατανοήσουν καλύτερα τις έννοιες, που διδάσκονται στις Φυσικές Επιστήμες και να τις προσεγγίσουν διαθεματικά, καλλιεργώντας και αναπτύσσοντας ταυτόχρονα οριζόντιες δεξιότητες, όπως η δημιουργική και κριτική σκέψη, η αύξηση της συστηματικής παρατηρητικότητας και της διερευνητικής προσέγγισης της γνώσης.

Ειδικότερα, επιδιώκεται να διερευνηθεί αν η αξιοποίηση της προτεινόμενης μεθόδου μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές/ριες στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών στις Φυσικές Επιστήμες και την ανάπτυξη δημιουργικής και κριτικής σκέψης.

### ***Η αξιοποίηση της εικαστικής τέχνης ως εργαλείο καλύτερης κατανόησης εννοιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών***

Η παρούσα μελέτη χρησιμοποιεί την εικαστική τέχνη ως μέθοδο/εργαλείο στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση και προτείνει ένα διδακτικό μοντέλο για εφαρμογή στη σχολική τάξη σύμφωνα με τη μέθοδο της «μετασχηματίζουσας μάθησης μέσα από την αισθητική εμπειρία» (Κόκκος, 2011). Η μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες γίνεται μέσα από αυθεντικές, επιστημονικές δραστηριότητες με αυξημένη αλληλεπίδραση (Tobin & Roth, 2007). Αλληλεπίδραση και επικοινωνία επίσης χρειάζεται τόσο μεταξύ των μαθητών, όσο και μεταξύ αυτών και των εκπαιδευτικών. Αυτή η

αλληλεπίδραση αποτελεί την κοινωνική συνιστώσα στην οικοδόμηση της γνώσης σύμφωνα με τη θεωρία του Vygotsky, ο οποίος υποστηρίζει επιπλέον και την πολιτισμική διάσταση της γνώσης, ότι δηλαδή οι ανώτερες λειτουργίες του ατόμου προέρχονται από την κοινωνική ζωή, συμπληρώνοντας τον προσωπικό εποικοδομισμό του Piaget. Σύμφωνα με το κοινωνικό-εποικοδομητικό-αλληλεπιδραστικό μοντέλο μάθησης του Vygotsky ο μαθητής αναπτύσσει «νέα κατανόηση και νέο νόημα», αποκτά γνωστική συγκρότηση με μεσολαβητή και υποστηρικτή το δάσκαλο, επικοινωνώντας με τους άλλους μαθητές σε ένα αλληλεπιδραστικό και πλούσιο περιβάλλον μάθησης με οργανωμένες διδακτικές καταστάσεις (Σταυρίδου, 2000). Κατά την παρατήρηση, ανάλυση και ερμηνεία έργων τέχνης εκφράζονται οι μαθητές συχνά αναπτύσσοντας μια αλληλεπιδραστική σχέση ανάμεσά τους, αφού η εξωτερίκευση της σκέψης και των συναισθημάτων του ενός μπορεί να αποτελεί έναυσμα ή συμπληρωματική διαδικασία για τον άλλο.

Η αξιοποίηση έργων Τέχνης συγκαταλέγεται στο πλαίσιο των οργανωμένων διδακτικών καταστάσεων και δραστηριοτήτων. Η συστηματική παρατήρηση και επεξεργασία έργων τέχνης, που συνιστά την αισθητική εμπειρία αποτελεί εργαλείο για την ενεργοποίηση της στοχαστικής διεργασίας του μαθητή και συμβάλλει στην ολιστική ανάπτυξη των δυνατοτήτων του (Μέγα, 2011). Η στοχαστική διεργασία περιλαμβάνει την κριτική και δημιουργική σκέψη, οι οποίες μπορούν να ενεργοποιηθούν με την αξιοποίηση έργων τέχνης ακολουθώντας διάφορα μοντέλα παρατήρησης και ανάλυσής τους, όπως το μοντέλο της μετασχηματίζουσας μάθησης μέσα από την αισθητική εμπειρία,

Η καλλιέργεια δεξιοτήτων κριτικής σκέψης συνδέεται άμεσα με την καλλιέργεια μεταγνωστικών δεξιοτήτων. Η μεταγνώση ή αλλιώς «σκέψη για τη δική σου σκέψη» αφορά στη γνώση, που έχει το άτομο για τις διαδικασίες σκέψης δηλαδή για τις γνωστικές διεργασίες, δυνατότητες και διαδικασίες ρύθμισης της συμπεριφοράς (αυτορρύθμιση). Τα έργα τέχνης μας βοηθούν να προσεγγίζουμε δικά μας προσωπικά ζητήματα σκεπτόμενοι με τον ίδιο ή με παρόμοιο τρόπο, όπως με αυτόν τον τρόπο με τον οποίο τα παρατηρούμε και τα αναλύουμε (Μέγα, 2011). Με τη μεταγνώση εξασφαλίζονται προϋποθέσεις για τη βαθιά κατανόηση της γνώσης και την αυτονομία στη σχολική και δια βίου μάθηση. Ο μαθητής αναστοχάζεται κριτικά πάνω στο περιβάλλον του και τη λειτουργία του μέσα σε αυτό.

Από όλα τα παραπάνω μπορούμε να διατυπώσουμε το συμπέρασμα ότι χρειαζόμαστε μια μέθοδο παρατήρησης, ανάλυσης και ερμηνείας των έργων τέχνης, ενσωματώνοντας στοχαστικές διεργασίες στην καθημερινή σχολική πρακτική, που θα ενισχύσει την αυτοδυναμία της σκέψης των μαθητών. Μια τέτοια μέθοδος είναι αυτή της «μετασχηματίζουσας μάθησης μέσα από την αισθητική εμπειρία». Συγκεκριμένα τα έργα τέχνης προσφέρονται με κατάλληλες αφορμές για παρατήρηση, ανάλυση και ερμηνεία. Ο απώτερος στόχος είναι να πραγματοποιηθεί μετασχηματισμός σε μια ή περισσότερες νοητικές συνήθειες των εκπαιδευόμενων γύρω από ένα κοινωνικό θέμα, μια επιστημονική θεωρία, ένα φυσικό φαινόμενο κ.λπ. (Κόκκος, 2011). Μέσα από την αισθητική εμπειρία διευκολύνεται η συγκινησιακή και διαισθητική αντίληψη των καταστάσεων και ενισχύεται με αυτό τον τρόπο ο κριτικός στοχασμός πάνω στις πεποιθήσεις σύμφωνα με την άποψη του Mezirow. Επίσης ο Dewey (1934[1980]) θεωρεί ότι η αισθητική εμπειρία είναι πολύ σημαντική για τη μάθηση και θα πρέπει να εμπεριέχεται σε κάθε εκπαιδευτική διαδικασία. Επιπροσθέτως ο Perkins (1994) με το μοντέλο του υπογραμμίζει τη σημασία ενθάρρυνσης των εκπαιδευόμενων να αντλήσουν το δικό τους νόημα από το έργο με τη βοήθεια των εκπαιδευτών (Κόκκος, 2011).

Οι μαθητές μπορούν να εξοικειωθούν με την εφαρμογή της μεθόδου στα διάφορα γνωστικά αντικείμενα ενεργοποιώντας τον κριτικό στοχασμό και να οδηγηθούν σε μετασχηματισμό των παραδοχών τους, όπως για παράδειγμα σχετικά με έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών.

## Μέθοδος

### ***Η «μετασχηματίζουσα μάθηση μέσα από την αισθητική εμπειρία» και η εφαρμογή στη διδασκαλία της Φυσικής Στοιχειωδών Σωματιδίων***

Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει έξι τουλάχιστον διακριτά στάδια εφαρμογής της. Στο πρώτο στάδιο γίνεται διερεύνηση από τον εκπαιδευτή της ανάγκης των εκπαιδευόμενων για κριτικό στοχασμό, δηλαδή της ανάγκης να εξεταστούν οι παραδοχές τους γύρω από ένα θέμα. Στο δεύτερο στάδιο καταγράφονται οι απόψεις των συμμετεχόντων και συζητούνται σε μικρές ομάδες και μετά στην ολομέλεια, προκειμένου να διαμορφωθεί μια πρόταση, που θα περιέχει τις απόψεις για κριτική επεξεργασία. Στο τρίτο στάδιο γίνεται η διαπραγμάτευση και από τις δύο πλευρές των τελικών απόψεων και της σειράς με την οποία θα γίνει η επεξεργασία τους. Στο τέταρτο στάδιο γίνεται από κοινού η επιλογή εκείνου του έργου τέχνης, του οποίου τα νοήματα σχετίζονται με τις απόψεις που έχουν τεθεί για επεξεργασία. Στο πέμπτο στάδιο αρχίζει η διαδικασία του κριτικού στοχασμού της αισθητικής εμπειρίας μέσα από τη συστηματική παρατήρηση των έργων τέχνης. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται το μοντέλο Perkins, το οποίο αναλύεται λίγο πιο κάτω. Τέλος στο έκτο στάδιο γίνεται η επαναξιολόγηση των παραδοχών, που προέκυψαν από το πέμπτο στάδιο και οι οποίες συγκρίνονται με τις αρχικές παραδοχές. Από εδώ συμπεραίνεται η μετατόπιση ή ο μετασχηματισμός των νοητικών συνηθειών των εκπαιδευόμενων.

Στο πέμπτο στάδιο της μεθόδου, παρουσιάζουμε το μοντέλο του Perkins, που αποτελεί μια μέθοδο σύμφωνα με την οποία μαθαίνει κανείς να σκέπτεται παρατηρώντας έργα τέχνης με την ενθάρρυνση του εκπαιδευτικού και που προτείνει για τους μεγαλύτερους μαθητές τη στρατηγική της στοχαστικής προσέγγισης της Τέχνης. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό ακολουθούνται τέσσερις συγκεκριμένες φάσεις-βήματα: η ανοιχτή παρατήρηση, που δίνει χρόνο στην «αντικειμενική» παρατήρηση χωρίς να σπεύδει σε ερμηνείες, η ανοιχτή και περιπετειώδης χωρίς προκαταλήψεις παρατήρηση, που ενεργοποιεί την ανοικτή σκέψη (χωρίς ακόμα ερμηνεία), που λαμβάνει υπόψη τα ποικίλα δεδομένα, που συνιστούν το αντικείμενο παρατήρησης και που τα ανασυνθέτει με μια πιο δημιουργική ματιά, η ξεκάθαρη, αναλυτική και σε βάθος παρατήρηση, που οδηγεί σε εμβάθυνση, σε ερμηνεία, σε εξήγηση, σε αποδείξεις και καταλήγει σε τεκμηριωμένες συμπερασματικές κρίσεις – με οπτικό ερέθισμα το έργο τέχνης και με την αξιοποίηση των εμπειριών, που συνέλεξε ο παρατηρητής και τέλος η ανασκόπηση της διεργασίας, όπου ο παρατηρητής αξιοποιώντας όλες τις πληροφορίες, συνθέτει τα δεδομένα, λαμβάνει αποφάσεις, ερμηνεύει και έτσι αποκτά μια ολιστική εκτίμηση.

Η παρούσα διδακτική παρέμβαση σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε στο πλαίσιο της εκπόνησης Ερευνητικής Εργασίας (ΕΕ) σε μαθητές της Β΄ τάξης ημερησίου ΓΕΛ κατά τη σχολική χρονιά 2012-13, με συνολική διάρκεια τρεις διδακτικές ώρες και με θέμα: «CERN - από τα μυστικά του Big Bang στο Web και το Grid». Το θέμα της ΕΕ διαπραγματεύεται την πρόσφατη πιθανή ανακάλυψη του μποζονίου Higgs στο Ευρωπαϊκό Κέντρο Πυρηνικών Ερευνών και Στοιχειωδών Σωματιδίων CERN καθώς και το ενδιαφέρον και τον ενθουσιασμό,

που προκάλεσε η ανακάλυψή του, στην επιστημονική κοινότητα των Φυσικών των Στοιχειωδών Σωματιδίων. Το CERN μέσα από την έρευνά του αναζητεί απαντήσεις σε ερωτήματα σχετικά με το Σύμπαν (ποια είναι τα συστατικά του, πώς κατέληξε να έχει τη σημερινή του μορφή κ.λπ). Από τη μελέτη των θεμελιωδών λίθων της ύλης, των στοιχειωδών σωματιδίων και από τις συγκρούσεις αυτών, οι επιστήμονες αντιλαμβάνονται και περιγράφουν τις θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις τους και επομένως την εξέλιξη του κόσμου από τις αρχέγονες στιγμές της γέννησής του μέχρι σήμερα, καθώς επίσης εξάγουν συμπεράσματα για τους νόμους της Φυσικής. Ακόμη μέσα από αυτό το θέμα της ΕΕ γίνεται διαπραγμάτευση της σχέσης μικροσκοπικών και μακροσκοπικών φαινομένων και επιδιώκεται να αναδειχθεί η σημασία της μεταφοράς της τεχνολογίας από το CERN στην κοινωνία με σημαντικές εφαρμογές στην ιατρική διάγνωση, στη θεραπεία του καρκίνου και στη διαχείριση και ανάλυση ιατρικών δεδομένων μέσω του Grid.

Οι μαθητές για να ξεκινήσουν τη διαπραγμάτευση του θέματος αυτού χρειάζονται βασικές γνώσεις Ηλεκτρομαγνητισμού. Κάποιες από αυτές τις έχουν αποκτήσει από τη διδασκαλία της Φυσικής στη Γ' τάξη του Γυμνασίου (πρότυπο δομής της ύλης και σχέση μικρόκοσμου και μακρόκοσμου). Η προσέγγιση του μικρόκοσμου και του μακρόκοσμου, καθώς και η δημιουργία και η εξέλιξη του Σύμπαντος και της Γης με τη ζωή επάνω σε αυτή απαιτεί γνώσεις και από τη Βιολογία και τη Χημεία, μερικές από τις οποίες οι μαθητές έχουν αποκτήσει αποσπασματικά στο Γυμνάσιο. Κατά τη διάρκεια της υλοποίησης της Ερευνητικής Εργασίας χρειάζεται να εξοικειωθούν και να γνωρίσουν έννοιες και φαινόμενα της Σύγχρονης Φυσικής, αυτής των Στοιχειωδών Σωματιδίων, που βρίσκονται στην ύλη της Φυσικής Γενικής Παιδείας της Γ' τάξης του Λυκείου. Επομένως οι μαθητές αρχικά δεν έχουν διδαχθεί συστηματικά στοιχεία Σύγχρονης Φυσικής και έχουν αποσπασματικές μόνο γνώσεις. Επίσης στη Βιολογία διδάσκονται μερικώς μόνο την Οργανισμική Εξέλιξη, δηλαδή βασικά στοιχεία για την πορεία της εξελικτικής διαδρομής των οργανισμών ανεξάρτητα από τη Χημική Εξέλιξη, δηλαδή την πορεία των ποιοτικών αλλαγών της ύλης μέχρι του σημείου εμφάνισης αρχέγονων κυτταρικών μορφών.

Έτσι, ενώ μπορούν να αναφέρουν και να διατυπώνουν τη θεωρία του Big Bang, δεν συνειδητοποιούν ότι υπάρχει μια χρονική αρχή και πιστεύουν για παράδειγμα ότι το άτομο και το μόριο υπήρχαν πάντα. Επίσης ενώ μπορούν να αναφέρουν και να διατυπώνουν τη θεωρία της Εξέλιξης του Δαρβίνου, δεν μπορούν να συνειδητοποιήσουν την εμφάνιση της ζωής και την εξέλιξη των ζωντανών οργανισμών στον πλανήτη Γη ως γεγονότα που συνδέονται μεταξύ τους και αποτελούν συνέχεια της δημιουργίας της Γης, αλλά και γενικότερα της εξέλιξης του σύμπαντος. Επομένως απουσιάζει ο συστηματικός προβληματισμός σχετικά με την αρχή της δημιουργίας του Σύμπαντος, την εξέλιξη και τη δημιουργία της ζωής.

Από τα παραπάνω φαίνεται αφενός μεν η έλλειψη διαθεματικής προσέγγισης της γνώσης και των εφαρμογών της, λόγω της μη διασύνδεσης ανάμεσα στα γνωστικά αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών, που διδάσκονται στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, όπως για παράδειγμα ανάμεσα στη Φυσική και τη Βιολογία, αφετέρου δε η έλλειψη διασύνδεσης και συνοχής ανάμεσα στις επιμέρους θεματικές ενότητες του ίδιου γνωστικού αντικείμενου. Σύμφωνα με το Χρυσαφίδη (1998) με τη διαθεματικότητα ανατρέπεται η αντίληψη της αυτόνομης και μοναχικής δράσης των επιμέρους επιστημονικών κλάδων και επιδιώκεται η ανεύρεση μεταξύ τους συσχετισμών και αλληλεπίδρασης. Δίνεται έμφαση στην επεξεργασία ποικίλων θεματικών ενοτήτων, με στόχο όχι την εξυπηρέτηση των επιμέρους επιστημονικών κλάδων, αλλά την κατανόηση του γύρω κόσμου.

Η συγκεκριμένη Ερευνητική Εργασία επιχειρεί το συνδυασμό των Φυσικών Επιστημών, της Τέχνης και των Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών. Το έργο τέχνης, που αξιοποιήσαμε, είναι ένας πίνακας ζωγραφικής του Πωλ Γκωγκέν (βλ. Παράρτημα) με τίτλο: «Από πού ερχόμαστε, ποιού είμαστε, πού πάμε». Η επιλογή και αξιοποίηση αυτού του έργου τέχνης έγινε με κριτήριο ότι το νόημά του και τα «ερωτήματα» που θέτει ο ίδιος ο καλλιτέχνης συνδέονται με τα ερωτήματα, των οποίων τις απαντήσεις αναζητούν οι επιστήμονες του CERN και αποτελούν τον σκοπό της Φυσικής Στοιχειωδών Σωματιδίων. Τα ερωτήματα του Gauguin στη γλώσσα της Φυσικής Στοιχειωδών Σωματιδίων μπορούν να διαμορφωθούν όπως τα παρακάτω:

Από τι αποτελείται η ύλη; Ποια είναι η προέλευση της μάζας; Από τι αποτελείται το Σύμπαν; Τι είναι η σκοτεινή ύλη που το κατακλύζει; Πώς εξελίσσεται το Σύμπαν; Γιατί το Σύμπαν είναι τόσο μεγάλο χωρικά και ηλικιακά; Υπάρχουν επιπλέον διαστάσεις στο Σύμπαν; Πώς οργανώθηκε η ύλη αυτή και πώς αυτοοργανώθηκε στους ζωντανούς οργανισμούς;

Τα στοιχεία Σύγχρονης Φυσικής διδάσκονται οι μαθητές σε σειρά μαθημάτων σε συνδυασμό με τον πίνακα του Πωλ Γκωγκέν. Ο πίνακας αυτός χρησιμοποιείται κυρίως για τη δημιουργία αναπαραστάσεων, αναλογιών και μοντέλων σε έννοιες, φαινόμενα και θεωρίες που δεν μπορούν να γίνουν κατανοητά με τη χρήση Μαθηματικών σε επίπεδο Λυκείου. Επίσης το έργο αυτό χρησιμοποιείται για τη διερεύνηση και αντιμετώπιση εναλλακτικών απόψεων των μαθητών, π.χ. οι μαθητές θεωρούν ότι εκτονώνεται η πυκνή και θερμή ύλη, ενώ εκτονώνεται το Σύμπαν.

## Η διδακτική παρέμβαση στην πράξη

### **Πρώτο στάδιο: Διερεύνηση της ανάγκης για κριτικό στοχασμό**

Σε αυτό το στάδιο ο εκπαιδευτικός συντονίζει μια συζήτηση με τους μαθητές με σκοπό να ανιχνεύσει τις γνώσεις τους αλλά κυρίως τις απόψεις τους, σχετικά με:

- την υλική μας υπόσταση και αυτή του Σύμπαντος
- την Αρχή της Δημιουργίας και της Εξέλιξης του Σύμπαντος
- την οργάνωση της ύλης και τη δημιουργία ζωής
- το «πού πηγαίνουμε»

Η συζήτηση αυτή γίνεται με μια σειρά ερωτήσεων προς τους μαθητές. Συγκεκριμένα πριν από την παρατήρηση και ανάλυση του πίνακα, προκειμένου οι μαθητές να είναι προσανατολισμένοι στη διάρκεια επεξεργασίας του, αλλά και για να ανιχνεύσουμε εναλλακτικές απόψεις σχετικά με το θέμα, δηλαδή απόψεις που πιθανό να είναι δυσλειτουργικές για τη μαθησιακή διαδικασία, αλλά και για την κοινωνία, τους θέτουμε τα παρακάτω ερωτήματα, κάτω από τα οποία σημειώνουμε τις απαντήσεις που πήραμε από τους μαθητές καθώς και δικά μας σχόλια.

– Από πού προήλθε το άτομο, το μόριο;<sup>1</sup>

Απάντηση: Το άτομο και το μόριο υπήρχαν πάντα.

– Ποια είναι η προέλευση της μάζας;<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Σχόλιο 1: Δεν υπήρξε ποτέ η ευκαιρία προβληματισμού σχετικά με την προέλευση του ατόμου και του μορίου στο Αναλυτικό Πρόγραμμα. Πάντα δεχόμαστε την ύπαρξή τους και με βάση αυτή προσπαθούμε να ερμηνεύσουμε φαινόμενα που απασχολούν τις Φυσικές Επιστήμες.

*Απάντηση:* Η αρχική προέλευση της μάζας είναι άγνωστη.

– *Υπάρχουν άλλες διαστάσεις πέρα από την ανθρώπινη κατάσταση;*

*Απάντηση:* Γνωρίζουμε από τη Σύγχρονη Φυσική ότι για να επιτευχθεί η ενοποίηση των θεμελιωδών αλληλεπιδράσεων, θα πρέπει να δεχθούμε την ύπαρξη περισσότερων των τριών διαστάσεων, παρόλο που αυτό είναι κάτι δύσκολο να το αντιληφθούμε και να το κατανοήσουμε με βάση τη μηχανιστική πραγματικότητα που ζούμε.

– *Ποια είναι η σύσταση και η ηλικία του Σύμπαντος;*

*Απάντηση:* Το Σύμπαν αποτελείται από τα ίδια θεμελιώδη συστατικά, τα στοιχειώδη σωματίδια. Η ηλικία του Σύμπαντος είναι περίπου 13,7 δις χρόνια.

– *Ποια ύλη κατακλύζει το Σύμπαν και ποιες είναι οι διαστάσεις του;*

*Απάντηση:* Η ύλη που κατακλύζει το Σύμπαν είναι η ύλη, που υπήρχε συγκεντρωμένη αρχικά σε ένα σημείο μέσα στο άδειο Σύμπαν. Η ύλη στο σημείο αυτό χαρακτηριζόταν από πολύ μεγάλη πυκνότητα. Στη συνέχεια, έγινε η Μεγάλη Έκρηξη, και όπως συμβαίνει με μια βόμβα που εκρήγνυται, η ύλη εκτονώθηκε βίαια και κατέκλυσε το Σύμπαν. Η εκτόνωση της ύλης αυτής συνεχίζεται και σήμερα, εξηγώντας τις σημερινές μεγάλες χωρικές διαστάσεις του Σύμπαντος.<sup>3</sup>

– *Πώς γίνεται η οργάνωση της ύλης (του Σύμπαντος) και η αυτοοργάνωσή της στους ζώντες οργανισμούς;*

*Απάντηση:* Σύμφωνα με τη θεωρία του Big Bang (Μεγάλη Έκρηξη) ύλη και δυνάμεις στο Σύμπαν οδήγησαν στη δημιουργία δομών και οργανισμών. Καταρχήν, δημιουργήθηκαν τα στοιχειώδη σωματίδια τα οποία δημιούργησαν τους πυρήνες και τα άτομα, τα αστέρια, τους πλανήτες και τον κόσμο όπως τον γνωρίζουμε σήμερα.<sup>4</sup>

– *Ποιοι νόμοι καθορίζουν τη ζωή και την εξέλιξή της;*

*Απάντηση:* Η εκτόνωση και η ψύξη του Σύμπαντος αποτελεί τη βάση για τη θεμελίωση της Κοσμολογίας. Η κοσμική εκτόνωση παρέχει το πλαίσιο μέσα στο οποίο απλές δομές σχηματίζονται και εξελίσσονται σε πολύπλοκες μέσα στο χρόνο. Κατά παρόμοιο τρόπο η θεωρία της εξέλιξης των ειδών του Δαρβίνου αποτελεί τη βάση της Βιολογίας.<sup>5</sup>

Από τις απαντήσεις των μαθητών/τριών μπορούμε να συνοψίζουμε τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους ως εξής:

- *Κοσμολογικό μοντέλο:* Θεωρία Big Bang (Μεγάλη Έκρηξη). Ύλη και Δυνάμεις στο Σύμπαν οδήγησαν στη δημιουργία δομών και οργανισμών.
- *Δημιουργία Σύμπαντος:* Από μια υπερβολικά πυκνή και θερμική κατάσταση πριν από 13,7 δις χρόνια. Η πυκνότητα μειώνεται καθώς αυξάνει η ηλικία του Σύμπαντος.

<sup>2</sup> Σχόλιο 2: Κατανοούμε τη μάζα διαισθητικά. Θα λέγαμε πως είναι μια ποσότητα που ευθύνεται για το βάρος και την αδράνεια. Στη Φυσική μαθαίνουμε ότι η (αδρανειακή) μάζα αντιστέκεται στην επιτάχυνση ενός σώματος κατά την εφαρμογή μιας δύναμης. Αυτό γίνεται σύμφωνα με το 2<sup>ο</sup> νόμο του Νεύτωνα.

<sup>3</sup> Σχόλιο 3: Εδώ υπάρχει η εναλλακτική ιδέα ότι εκτονώνεται η ύλη, ενώ εκτονώνεται το Σύμπαν. Η ιδέα αυτή μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη βοήθεια του έργου του Γκωγκέν, όπως περιγράφεται στην απάντηση της 3<sup>ης</sup> ερώτησης μετά από την ανάλυση του πίνακα.

<sup>4</sup> Σχόλιο 4: Η ιδέα της εκτόνωσης του Σύμπαντος οδηγεί χρονικά πίσω στην ανακάλυψη της Αρχής από όπου προερχόμαστε. Οι ζώντες οργανισμοί δε θα υπήρχαν, εάν μετά από την Αρχή δεν ακολουθούσε εκτόνωση από τη θερμή και πυκνή σε μια πιο ψυχρή και αραιή κατάσταση όπως οι πλανήτες.

<sup>5</sup> Σχόλιο 5: Η έννοια της εξέλιξης είναι κεντρική ιδέα τόσο στη σύγχρονη Βιολογία όσο και στη σύγχρονη Φυσική.

- *Αρχή Σύμπαντος:* Η αρχική ανωμαλία ή η στιγμή της Μεγάλης Έκρηξης. Η αρχική ανωμαλία είναι αυτή που δημιούργησε το Σύμπαν.
- *Εκτόνωση του νεαρού Σύμπαντος γαλαξίες και αστέρια:* Καταρχήν δημιουργήθηκαν τα στοιχειώδη σωματίδια, τα οποία δημιούργησαν τους πυρήνες και τα άτομα, τα αστέρια, τους πλανήτες και τον κόσμο όπως τον γνωρίζουμε σήμερα. Οι γαλαξίες απομακρύνονται μεταξύ τους: το γεγονός αυτό συμφωνεί με τη θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης.

### **Δεύτερο και τρίτο στάδιο: Έκφραση και επιλογή απόψεων των μαθητών, οι οποίες θα εξεταστούν**

Στο δεύτερο και στο τρίτο στάδιο καταγράφηκαν οι απόψεις των μαθητών και συζητήθηκαν σύντομα σε μικρές ομάδες και μετά στην ολομέλεια. Έτσι διαμορφώθηκε μια πρόταση για κριτική επεξεργασία, που συνοψίζεται στον τρόπο δημιουργίας του Σύμπαντος και τη σύνδεσή του με τη δημιουργία και εξέλιξη της ζωής στη Γη.

### **Τέταρτο στάδιο: Επιλογή του έργου τέχνης**

Σε αυτό το στάδιο έγινε η επιλογή του εικαστικού έργου τέχνης του Γκωγκέν με τίτλο: «Από πού ερχόμαστε – Ποιοι είμαστε - Πού πάμε» (1897-1898, Μουσείο Καλών Τεχνών Βοστώνης), έχοντας ως κριτήριο ότι τα νοήματά του σχετίζονται με τις απόψεις που έχουν τεθεί για επεξεργασία. Στην επιλογή του έργου δεν ζητήθηκε η συμμετοχή των μαθητών, επειδή θέλαμε να ανακαλύψουν οι ίδιοι οι μαθητές από μόνοι τους αυτά τα ερωτήματα μέσα από την παρατήρηση και την ερμηνεία του συγκεκριμένου έργου. Αναφερθήκαμε στα ιστορικά στοιχεία του έργου του Γκωγκέν, ο οποίος έφυγε για την Ταϊτή το 1891 αναζητώντας μια πιο απλή και στοιχειώδη κοινωνία από αυτήν της πατρίδας του της Γαλλίας.<sup>6</sup>

### **Πέμπτο στάδιο: Κριτικός στοχασμός μέσω της αισθητικής εμπειρίας**

Στο πέμπτο στάδιο δηλαδή αυτό του κριτικού στοχασμού μέσω της αισθητικής εμπειρίας, δείχνουμε στους μαθητές το έργο του Γκωγκέν και ακολουθούμε τις φάσεις σύμφωνα με το μοντέλο Perkins, συντονίζοντας τη διεργασία παρατήρησης του έργου.

**1<sup>η</sup> φάση:** Δίνεται στους μαθητές χρόνος για παρατήρηση. Στη φάση αυτή το έργο εξετάζεται προσεκτικά, βαθμιαία και αργά χωρίς ακόμη να ερμηνεύεται. Η φάση αυτή διακρίνεται σε τέσσερις επιμέρους Δράσεις.

#### **Δράση 1**

Γίνεται αυθόρμητη παρατήρηση από τους μαθητές για λίγα λεπτά χωρίς σχόλια.

#### **Δράση 2**

Οι μαθητές εκφράζουν τις πρώτες παρατηρήσεις τους σχετικά με αυτό που βλέπουν.

Παρατηρούν λοιπόν:

- κύριες ομάδες προσώπων μπροστά, ένα μπλε ειδώλιο πιο πίσω.
- Στο κέντρο διακρίνουν δύο νεαρές φωτισμένες μορφές. Περισσότερο τους προσελκύει την προσοχή η κεντρική μορφή.

<sup>6</sup> Τόσο αυτός ο πίνακας όσο και άλλοι πίνακές του εκφράζουν μία υψηλά ατομιστική μυθολογία. Ξεκίνησε τον πίνακα αυτό το 1897 και τον τελείωσε ένα χρόνο αργότερα, θεωρώντας τον αριστούργημα και αποκορύφωμα των σκέψεών του. Βρίσκεται στο Μουσείο Καλών Τεχνών της Βοστώνης. Έχει ύψος περίπου 1,5 μ. και μήκος πάνω από 3,60 μ. και ανήκει στην πρωτοποριακή μεταϊμπρεσιονιστική τεχνοτροπία του Γκωγκέν.



- Μπροστά δεξιά μια ομάδα (παρέα) ανθρώπων και ένα μωρό.
- Αριστερά δύο γυναίκες μαζί, η μία από αυτές είναι πολύ ηλικιωμένη με σκούρο μουντό χρώμα.
- Μια μπλε μορφή πιο πίσω, πιο πέρα, η οποία είναι διαφορετική από τις άλλες μορφές/ανθρώπους του πίνακα και ως προς το χρωματισμό και ως προς τις γραμμές.

### Δράση 3

Αρχίζει η έκφραση των πρώτων ερωτημάτων.

Ζητάμε από τους μαθητές να διατυπώσουν ερωτήματα που τους προξενεί το έργο, χωρίς να βγάζουν ακόμη συμπεράσματα. Οι μαθητές διατυπώνουν τα παρακάτω ερωτήματα:

- Τι κρατάει στα χέρια της η κεντρική φιγούρα;
- Τι συζητούν οι τρεις φιγούρες δεξιά;
- Με ποιο τρόπο συνδέεται το μπλε ειδώλιο με τις ανθρώπινες μορφές;
- Γιατί η ηλικιωμένη κρατάει με τα χέρια της το πρόσωπό της;

### Δράση 4

Γίνεται από τους μαθητές εντοπισμός κάποιων κεντρικών ερωτημάτων, όπως:

- Τι σημαίνει η ανύψωση των χεριών της κεντρικής νεαρής φιγούρας;
- Ποιος είναι ο συμβολισμός του μπλε ειδώλιου;
- Γιατί υπάρχουν τρεις κύριες ομάδες μορφών;

### **2<sup>η</sup> φάση: Ανοικτή και περιπετειώδης παρατήρηση**

Η φάση αυτή περιλαμβάνει τρεις Δράσεις. Εδώ χρειάζεται να ληφθούν υπόψη όλα τα στοιχεία που συνθέτουν το έργο.

#### Δράση 1

Αρχίζει η διέγερση της προσοχής με ερωτήσεις, όπως: Τι συμβαίνει στον πίνακα, ποια ιστορία περιέχει; Οι μαθητές απαντούν:

- Πρόκειται για ανθρώπινες μορφές, που συνδιαλέγονται μεταξύ τους και φαίνεται να αναζητούν κάτι, κάποιο νόημα.
- Οι μορφές αυτές πρέπει να σχετίζονται με κάποιο τρόπο με τη διαφορετική μπλε φιγούρα/ειδώλιο.

#### Δράση 2

Αρχίζει η αναζήτηση της ψυχικής διάθεσης και εκφράζονται συναισθήματα, που σχετίζονται με το έργο, όπως για παράδειγμα: πώς τους φαίνονται τα πρόσωπα, οι φιγούρες, τι συναισθήματα εκφράζουν αυτές; Οι μαθητές απαντούν:

- Η κεντρική μορφή είναι ένας νέος ενήλικος άνθρωπος με τα χέρια ψηλά γεμάτος επιθυμία για κάτι.
- Το μπλε ειδώλιο φαίνεται αινιγματικό, απόμακρο, διαφορετικό.
- Οι υπόλοιπες ομάδες μορφών φαίνονται προβληματισμένες.

#### Δράση 3

Η Δράση αυτή αφορά στην αναζήτηση εκπλήξεων προκειμένου να πυροδοτήσουμε τον κριτικό στοχασμό πάνω στα μηνύματα.

Ζητάμε από τους μαθητές να εξετάσουν πολύ προσεκτικά όλα τα στοιχεία και τις λεπτομέρειες του πίνακα, να εντοπίσουν παράξενα αντικείμενα ή χρωματικούς συνδυασμούς, το φωτισμό, τις γραμμές και τα περιγράμματα των μορφών, ζωντανά χρώματα, πυκνές πινελιές, Τι μπορεί να σημαίνουν αυτά;

Οι μαθητές σχολιάζουν:

- Στον πίνακα γίνεται χρήση κυρίως τριών έντονων χρωμάτων: μπλε, φωτεινό κίτρινο και πράσινο, που δημιουργούν μια πιο έντονη μετάδοση συναισθημάτων.
- Υπάρχει αντίθεση στο φωτισμό. Οι δύο μορφές στο κέντρο είναι πιο έντονα φωτισμένες σε σχέση με τις υπόλοιπες, πιθανό διότι έχουν μεγαλύτερο νόημα/βάρος.
- Η μπλε μορφή είναι σχεδιασμένη με πιο πολλές λεπτομέρειες.
- Οι μορφές και τα χρώματα είναι εξωτικά.
- Τα περιγράμματα των μορφών είναι απλά, λιτά και οι πινελιές πυκνές.
- Το μπλε φόντο χρώμα είναι ψυχρό και απόμακρο.
- Μπροστά στα πόδια της ηλικιωμένης γυναίκας φαίνεται μισό λευκό παράξενο πουλί και λίγο πίσω της ένα λευκό ύφασμα.

### **3η φάση: Αναλυτική και βαθειά παρατήρηση**

Στη φάση αυτή διακρίνονται τρεις Δράσεις. Προσπαθούμε μαζί με τους μαθητές να δώσουμε τις δικές μας απαντήσεις στα ερωτήματα, που έχουν τεθεί, να εξηγήσουμε, να τεκμηριώσουμε και να αντλήσουμε κάποιο γενικότερο νόημα.

#### **Δράση 1**

Επανερχόμαστε στις εκπλήξεις και γίνεται προσπάθεια ερμηνείας τους και ανίχνευσης των συμβολισμών.

- Το μπλε φόντο πιθανόν να συμβολίζει ένα μυστηριώδη, άγνωστο, μακρινό κόσμο, το Σύμπαν.
- Το λευκό παράξενο πουλί πιθανό να συμβολίζει το πνεύμα, την ψυχή της ηλικιωμένης, που φεύγει.
- Το μπλε ειδώλιο μοιάζει με θεά, με Πνεύμα.

#### **Δράση 2**

Επανερχόμαστε στα αρχικά κεντρικά ερωτήματα:

- «Τι σημαίνει η ανύψωση των χεριών»;
- «Τι σημαίνει η έκφραση της γριάς γυναίκας και το άσπρο πουλί δίπλα της»;

Προσπαθεί η ομάδα να ανακαλύψει πλήθος νοηματοδοτήσεων. Συχνά αρκετοί μαθητές απαντούν σε κάθε ερώτημα. Εδώ, αντί για τα ονόματα των μαθητών/τριών χρησιμοποιούμε κωδικούς.

#### **Μαθήτρια 1, Μαθητής 2, Μαθητής 3**

«Ξεκινώντας από δεξιά η ομάδα των μορφών με το μωρό δίπλα τους φαίνεται να συμβολίζει την αρχή, το ξεκίνημα της ζωής. Τίθεται το ερώτημα «από πού ερχόμαστε».

Η αριστερή ομάδα με κυρίαρχο πρόσωπο την ηλικιωμένη γυναίκα φαίνεται να συμβολίζει το τέλος της ζωής και ό,τι αφήνει πίσω της στους άλλους ως παρακαταθήκη αυτή η γυναίκα (γνώση, σοφία). Τίθεται το ερώτημα «πού καταλήγουμε».

Η κεντρική μορφή φαίνεται ως διαχωριστική ανάμεσα στην αρχή και το τέλος. Η κεντρική μορφή είναι ένας νέος άνθρωπος με τα χέρια ψηλά για απόκτηση καθημερινής εμπειρίας μέσα από την αναζήτηση και την κατάκτηση της Γνώσης, της Διερεύνησης του Άγνωστου, τη Γνώση για τη Δημιουργία του Σύμπαντος και της Ζωής. Τίθεται το ερώτημα «ποιοι είμαστε»; Τίθεται το ερώτημα: «Πώς συνδέεται το μπλε ειδώλιο με τις μορφές/πρόσωπα»;

#### **Μαθήτρια 4 και Μαθήτρια 5**

«Το μπλε ειδώλιο φαίνεται να μοιάζει με το Ανεξήγητο, το Εξωπραγματικό, με μια άλλη διάσταση πέρα από την ανθρώπινη κατάσταση.

Η συνύπαρξη εξωτικών ανθρώπων με ζώα υποδηλώνει απλή κοινωνία, που θυμίζει πρωτόγονους ανθρώπους ενωμένους με τη φύση, πιο αυθεντικούς, πιο αμόλυντους σε αντίθεση με το Δυτικό πολιτισμό.

Στο βάθος υπάρχει ένα βουνό, λες και οι μορφές που είναι μπροστά να είναι εγκλωβισμένες στο μικρόκοσμό τους.»

### Δράση 3

Ξεκινάει η αναζήτηση ισορροπίας.

Ελέγχουμε με ποιο τρόπο ο καλλιτέχνης συνδύασε τα στοιχεία του έργου, ώστε να μας μεταδώσει τα μηνύματα, που ήθελε, π.χ. οι μορφές στο κέντρο, ο φωτισμός, τα σύμβολα, οι όγκοι, οι πινελιές κ.λπ. Αρχίζει η βαθύτερη ερμηνεία της πραγματικότητας.

Σε αυτή τη φάση οδηγούμε τους μαθητές να εκφράσουν τα τρία ερωτήματα του καλλιτέχνη, που βρίσκονται γραμμένα από τον ίδιο στο επάνω αριστερό μέρος του πίνακα.

*Η Μαθήτρια 6 σχολιάζει:*

«Ο ίδιος ο πίνακας είναι η απεικόνιση από τον καλλιτέχνη των τριών ερωτημάτων, που έχει γράψει επάνω αριστερά στον πίνακα, αλλά χωρίς ερωτηματικά. Απεικονίζεται ο κύκλος της ζωής μέσα από τις τρεις κύριες ομάδες μορφών/προσώπων.»

### **4<sup>η</sup> φάση: Ανασκόπηση της διεργασίας**

Οι μαθητές αναστοχάζονται έχοντας υπόψη την εμπειρία των προηγούμενων φάσεων και υποβοηθούμενοι από εμάς οδηγούνται από τα Ερωτήματα του Γκωγκέν στα ερωτήματα της Φυσικής των Στοιχειωδών Σωματιδίων, όπως: Από τι αποτελείται η ύλη; Από πού προήλθε το άτομο, το μόριο; Ποια είναι η προέλευση της μάζας; Τι είναι η σκοτεινή ύλη που κατακλύζει το Σύμπαν; Πώς εξελίσσεται το Σύμπαν; Γιατί το Σύμπαν είναι τόσο μεγάλο χωρικά και ηλικιακά; Υπάρχουν επιπλέον διαστάσεις στο Σύμπαν;

### **Έκτο στάδιο: Επαναξιολόγηση των αρχικών παραδοχών των μαθητών**

Στο έκτο στάδιο γίνεται η επαναξιολόγηση των παραδοχών, που προέκυψαν από το πέμπτο στάδιο και οι οποίες συγκρίνονται με τις αρχικές παραδοχές.

Μετά από την ανάλυση και τις συζητήσεις που κάναμε, θέτουμε στους μαθητές τα ερωτήματα: «Ποιες από τις παραδοχές σας θα διατηρούσατε»; «Ποιες ενδεχομένως θα εμπλουτίζατε ή θα αλλάζατε»; Οι παραδοχές αυτές σχετίζονται με την ύπαρξη άλλων διαστάσεων πέρα από την ανθρώπινη κατάσταση, τη σύσταση και ηλικία του Σύμπαντος, την ύλη, που κατακλύζει το Σύμπαν, την οργάνωση της ύλης (του Σύμπαντος) και την αυτοοργάνωσή της στους ζώντες οργανισμούς, τους νόμους, που καθορίζουν τη ζωή και την εξέλιξή της.

Έτσι μετά από την παρατήρηση, ανάλυση και ερμηνεία του πίνακα θέσαμε τα ίδια βασικά ερωτήματα στους μαθητές, προκειμένου να διαπιστώσουμε εάν βοήθησε η διδακτική διαδικασία, που εφαρμόσαμε στην κατανόηση των εννοιών και φαινομένων της θεωρίας των Στοιχειωδών Σωματιδίων και τη σύνδεσή τους με τη δημιουργία, την εξέλιξη του Σύμπαντος και της ζωής στον πλανήτη μας, καθώς επίσης και αν υπήρξε μετατόπιση των αρχικών τους παραδοχών. Οι απαντήσεις τους καταγράφονται αμέσως μετά:

– Από πού προήλθε το άτομο, το μόριο;

Υπήρξε μια Αρχή, από όπου δημιουργήθηκε το Σύμπαν. Από την αρχή αυτή μετρώνται η ηλικία και διαστάσεις του Σύμπαντος. Λίγο μετά το χρόνο μηδέν δημιουργούνται τα πιο

Θεμελιώδη σωματίδια της ύλης, τα στοιχειώδη σωματίδια, τα οποία στη συνέχεια με τη σειρά τους θα δημιουργήσουν πιο μεγάλα και σύνθετα σωματίδια, το μόνιο, το άτομο, κ.λπ. Αρχικά πιστεύαμε ότι το άτομο και το μόνιο υπήρχαν πάντα χωρίς να υπάρχει προβληματισμός σχετικά με την έννοια του χρόνου. Με τη βοήθεια του έργου του Γκωγκέν συνειδητοποιήσαμε ότι υπάρχει μια χρονική αρχή στη δημιουργία της ζωής και μια πορεία μέσα στο χρόνο όπου εξελίσσεται η ζωή.

- Ποια είναι η προέλευση της μάζας;

Στη Σύγχρονη Φυσική, και μάλιστα σύμφωνα με τις εξελίξεις στο χώρο της έρευνας τον τελευταίο χρόνο με την ανακάλυψη του σωματιδίου Higgs, μαθαίνουμε ότι τα σωματίδια αποκτούν μάζα κατά την αλληλεπίδρασή τους με το πεδίο Higgs.

Οι άνθρωποι του Γκωγκέν, μπορούμε να πούμε ότι αποκτούν υπόσταση μέσα από το περιβάλλον που ζουν. Η ύπαρξή τους προσδιορίζεται μέσω της αλληλεπίδρασής τους με τους άλλους ανθρώπους καθώς και με το φυσικό περιβάλλον που είναι κυρίαρχο στο έργο αυτό.

- Πέρα από εμάς υπάρχει μια Αρχή, που προσπαθούμε να την προσεγγίσουμε, να την γνωρίσουμε; Συνδέεται με τις διαστάσεις του Σύμπαντος;

Η Μεγάλη Έκρηξη είναι η θεωρία που προσπαθεί να εξηγήσει τι συνέβη τις πρώτες στιγμές της δημιουργίας του Σύμπαντος. Οι γαλαξίες απομακρύνονται μεταξύ τους. Η εκτόνωση του Σύμπαντος οδηγεί στις σημερινές χωρικές διαστάσεις του Σύμπαντος.

Η εκτόνωση αφορά στο Σύμπαν και όχι στην ύλη όπως αρχικά (πριν την ανάλυση του έργου) νομίζαμε. Σε αναλογία με το Σύμπαν, την εξέλιξη/εκτόνωση του Σύμπαντος, στο έργο του ζωγράφου εξελίσσεται η ζωή – δεν υπάρχει διαστολή της ύλης.

Χωρίς την εκτόνωση του Σύμπαντος δε θα μπορούσαμε να ανακαλύψουμε την Αρχή από όπου προερχόμαστε.

Τέλος θέσαμε στους μαθητές το ερώτημα: - *«Μπορείτε να συνδέσετε το θέμα με τα στοιχεία που καταγράψαμε από την επεξεργασία του πίνακα»;*

Οι μαθητές απάντησαν: - *«Από πού ερχόμαστε;»* Κατά την επεξεργασία του πίνακα εντοπίσαμε και καταγράψαμε μια Αρχή. Την αρχή της ζωής που αναπαριστάνεται με το βρέφος στο έργο του πίνακα του Γκωγκέν.

- *«Τι είμαστε;»* Οι άνθρωποι του πίνακα, όπως και όλοι οι άνθρωποι, προσδιορίζονται μέσα από το περιβάλλον στο οποίο ζουν, τόσο το κοινωνικό όσο και το φυσικό. Η αλληλεπίδραση με τους άλλους ανθρώπους καθώς και η συμβίωση με το φυσικό περιβάλλον δίνει υπόσταση στον άνθρωπο. Με παρόμοιο τρόπο, η ύλη αποκτά υπόσταση, η μάζα των σωματιδίων δημιουργείται όταν αυτά αλληλεπιδράσουν με το πεδίο Higgs. Σύμφωνα με τις πρόσφατες εξελίξεις στην επιστήμη, αυτή ακριβώς είναι η αιτία προέλευσης της μάζας των σωματιδίων: η αλληλεπίδραση των σωματιδίων με το πεδίο Higgs.

- *«Πού πηγαίνουμε;»* Στον πίνακα του Γκωγκέν παρατηρήσαμε και καταγράψαμε την πορεία, τον κύκλο, την εξέλιξη της ζωής που αποτυπώνεται στο βρέφος, στην κεντρική νεαρή φιγούρα και την ηλικιωμένη γυναίκα. Η έννοια της εξέλιξης είναι που περιγράφει και το Σύμπαν. Το νεαρό και μικρό χωρικά Σύμπαν πριν περίπου 13.7 δις χρόνια, σήμερα έχει εξελιχθεί στο μεγάλο χωρικά και ηλικιακά Σύμπαν που ζούμε.

Οι μαθητές υποστηρίζουν επίσης ότι: Η Επιστήμη και η Θρησκεία θέτουν παράλληλα κοινά ερωτήματα, τα οποία η Επιστήμη προσπαθεί να απαντήσει διερευνώντας τα. Η Επιστήμη εξελίσσεται και σε αυτό βοηθάει η ανάπτυξη της Τεχνολογίας.

### **Τελικό στάδιο**

Στο τέλος ζητήσαμε από τους μαθητές να προχωρήσουν ακόμη περισσότερο εκφράζοντας τις σκέψεις και τα συναισθήματά τους μετά από όλη αυτή τη διαδικασία. Οι μαθητές αναγνωρίζουν την επίδραση της συγκεκριμένης διαδικασίας στην καλύτερη οργάνωση της σκέψης τους, στην αύξηση του ενδιαφέροντός τους για τα ζητήματα των Φυσικών Επιστημών και τη σύνδεσή τους με την Τέχνη, στην ενθάρρυνση εξωτερίκευσης βαθύτερων υπαρξιακών προβληματισμών τους, καθώς επίσης και την ενδυνάμωση του στοχασμού τους. Αναγνωρίζουν ακόμη την κοινωνική προσφορά της τέχνης και της Επιστήμης.

Μια μαθήτρια σχολιάζει:

*«Μέσα από την παρατήρηση και την ανάλυση του έργου οργανώνεται πιο καλά η σκέψη μας και τα ερωτήματά μας σχετικά με τη Ζωή, το Άγνωστο, την πορεία του Χρόνου. Είχε πολύ ενδιαφέρον που ενεργοποιήθηκε η φαντασία μας τόσο στην Επιστήμη όσο και στην Τέχνη.»*

Μια άλλη μαθήτρια προσθέτει:

*«Βοηθηθήκαμε να εκφράσουμε τα υπαρξιακά θέματα και τα επιστημονικά ερωτήματα με τη χρήση του έργου, χωρίς το οποίο δεν θα μπορούσαμε να τα εκφράζαμε εύκολα. Μας άρεσε που μπορούσαμε να μιλάμε γι αυτή την εμπειρία μας σε φίλους. Ήταν κάτι που μας τράβηξε το ενδιαφέρον.»*

Μια τρίτη μαθήτρια συμπληρώνει:

*«Μέσα από τα έργα Τέχνης οι καλλιτέχνες "θέτουν" και τα ερωτήματα της ανθρωπότητας, της Επιστήμης και τα κάνουν πιο οικεία στους ανθρώπους. Είπαμε πριν ότι το μπλε ειδώλιο στον πίνακα του Γκωγκέν μπορεί να είναι μια θεά, το Πνεύμα ή το Ανεξήγητο. Αυτό μοιάζει να ορίζει τις ζωές των ανθρώπων. Και είναι κάτι στο οποίο οι άνθρωποι αποδίδουν μια ανθρώπινη μορφή, σα να θέλουν να το οικειοποιηθούν, σα να θέλουν να το κατανοήσουν. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι το μπλε ειδώλιο μοιάζει με τους νόμους της Φυσικής που οι επιστήμονες θέλουν επίσης να κατανοήσουν. Επιπλέον, όπως το μπλε ειδώλιο καθορίζει τις ζωές των ανθρώπων, έτσι και οι νόμοι της Φυσικής καθορίζουν τον Σύμπαν.»*

Ένας μαθητής συνεχίζει:

*«Ήταν πιο εύκολο για εμάς να δεχθούμε ότι τα μικρά κομματάκια της ύλης, τα στοιχειώδη σωματίδια, συνδέονται με το τεράστιο Σύμπαν - όπως μας διδάσκει η Σύγχρονη Φυσική. Η σύνδεση του «μικρού» με το «μεγάλο» έγινε πολύ ξεκάθαρα με τον πίνακα του Γκωγκέν, όπου υπήρχε μια πορεία από το βρέφος στην ηλικιωμένη γυναίκα. Η εξέλιξη της ανθρώπινης ζωής μοιάζει με την εξέλιξη του Σύμπαντος. Μας έδωσε ικανοποίηση που καταλήξαμε στα ίδια ερωτήματα του εικαστικού έργου, όπως τα βλέπει η Σύγχρονη Φυσική, συνδέοντας δύο διαφορετικούς χώρους: την Επιστήμη και την Τέχνη. Ήταν μια ενδιαφέρουσα πρόκληση.»*

Μια ακόμα μαθήτρια συμπληρώνει:

*«Όπως είπαμε πριν, το μπλε ειδώλιο θα μπορούσε να είναι το Ανεξήγητο, κάτι που υπάρχει πέρα από εμάς που δεν καταλαβαίνουμε. Αυτό μπορούμε να το παρομοιάσουμε με τις*

*επιπλέον διαστάσεις και τους κρυμμένους κόσμους που δεν αντιλαμβανόμαστε. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, μελετήσαμε τα επιμέρους στοιχεία του πίνακα τα οποία ο καλλιτέχνης συνθέτει για να μας μεταδώσει κάποια κεντρικά νοήματα. Στη Φυσική γίνεται κάτι παρόμοιο, η φύση αναλύεται στα επιμέρους κομμάτια της, τα οποία στη συνέχεια συντίθενται για να τη σχηματίσουν.»*

## **Συμπεράσματα –Προτάσεις**

Προκειμένου να γίνει κατανοητό το μοντέλο και οι τεχνικές παρατήρησης έργων τέχνης σε εκπαιδευτικό πλαίσιο και να διαπιστωθεί η συμβολή τους στην κατανόηση των εννοιών και την ανάπτυξη δημιουργικού και κριτικού στοχασμού των μαθητών έγινε διδασκαλία σε πραγματικό χώρο και χρόνο στην σχολική τάξη με τη χρήση και αξιοποίηση ενός πίνακα ζωγραφικής του Γκωγκέν.

Τα θεμελιώδη ερωτήματα του πίνακα αυτού, όπως προαναφέρθηκαν και που απασχόλησαν για χιλιετίες φιλοσόφους, επιστήμονες αλλά και απλούς ανθρώπους, λειτούργησαν στη συγκεκριμένη οργανωμένη διδακτική διαδικασία ως εξής:

Βοήθησαν τους μαθητές να βάλουν τα θεμέλια της σκέψης τους σε ένα εμπειρικό επίπεδο, ξεκινώντας από την πραγματικότητα, τις προσωπικές τους αναζητήσεις, και μέσα από παρατηρήσεις, κατάλληλες ερωτήσεις και διάλογο ενισχύθηκε η δημιουργία παραστάσεων που χρησιμοποιήθηκαν για την περιγραφή εννοιών που σχετίζονται με τη Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων. Αναπτύχθηκαν παραστάσεις συμβατές με τις επιστημονικές απόψεις. Ικανοποιήθηκε η περιέργεια των μαθητών και δόθηκαν απαντήσεις σε ερωτήματα όπως «πώς» και «γιατί». Επίσης τα ερωτήματα του Γκωγκέν, καταγράφηκαν εύκολα στα προϋπάρχοντα νοητικά σχήματα των μαθητών από την αρχή της διδακτικής διαδικασίας βοηθώντας τους να μη χάσουν το προσανατολισμό τους σε όλη τη διάρκεια της συζήτησης και του προβληματισμού που ακολούθησε και αφορούσε πιο εξειδικευμένα επιστημονικά θέματα της Σύγχρονης Φυσικής. Η καταγραφή αυτή βασίστηκε στο γεγονός ότι τα ίδια ερωτήματα που έχουν απασχολήσει τους ίδιους τους μαθητές βρίσκονται πίσω από καλλιτεχνικές δημιουργίες όπως του Γκωγκέν, και επιστημονικές αναζητήσεις όπως αυτές που απασχολούν τη Φυσική των Στοιχειωδών Σωματιδίων.

Οι εκπαιδευτικοί, που συμμετείχαν ως παρατηρητές διαπίστωσαν ότι οι μαθητές έδειξαν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για το μάθημα, ενθαρρύνθηκαν να προβληματιστούν οι ίδιοι και να εκφράσουν τη σκέψη τους και τα συναισθήματά τους μέσα από την αλληλεπίδραση με τους συμμαθητές τους και την καθηγήτριά τους. Το εκπαιδευτικό σενάριο ήταν με τέτοιο τρόπο σχεδιασμένο, που προκάλεσε το ενδιαφέρον των μαθητών για τη συμμετοχή τους στο μάθημα και ενεργοποίησε τα κίνητρα τους όχι μόνο για το γνωστικό αντικείμενο, αλλά και για τη μεταγνώση. Ο μαθητής ακολουθεί συγκεκριμένα βήματα και φάσεις για να εξιχνιάσει και να περιγράψει τις υποθέσεις που αναδύονται από το έργο τέχνης. Το περιεχόμενο των «υποθέσεων» προκύπτει από την περιγραφή και την ανάλυση του πίνακα και βασίζεται στις γνωστικές και μεταγνωστικές στρατηγικές, που παρέχει ο εκπαιδευτικός. Έτσι, γίνεται αντιληπτό, πως με την εφαρμογή συγκεκριμένων στρατηγικών και τεχνικών, όχι μόνο της προτεινόμενης μεθόδου αλλά και άλλων μεθόδων, είναι δυνατό να ενεργοποιηθεί η δημιουργική και κριτική σκέψη των μαθητών.

Ανακεφαλαιώνοντας, η Τέχνη στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μπορεί να αποτελέσει για τους εκπαιδευτικούς εργαλείο καλλιέργειας και ανάπτυξης οριζόντιων δεξιοτήτων των μαθητών/ριών, όπως:

1. ενεργοποίησης του στοχασμού δηλαδή της δημιουργικής και κριτικής σκέψης,
2. αύξησης της συστηματικής παρατηρητικότητας και της διερευνητικής προσέγγισης και κατανόησης της γνώσης,
3. καλλιέργειας κριτικής στάσης και κατά συνέπεια μεταγνωστικών δεξιοτήτων,
4. διαθεματικής προσέγγισης και
5. προώθησης της διαφοροποιημένης διδασκαλίας.

Η στοχαστική ενεργοποίηση μπορεί να επιτευχθεί μέσα από την παρατήρηση έργων τέχνης - όχι μόνο εικαστικών -, όταν ο παρατηρητής υιοθετεί μια μεθοδολογία, που περιλαμβάνει τρεις βασικές συνιστώσες: δράσεις, ερωτήσεις, διδακτικές ενέργειες (Μέγα, 2011).

## Αναφορές

- Dewey, J. (1934[1980]). *Art as Experience*. USA. The Penguin Group.
- Perkins, D. (1994). *The intelligent Eye*. Harvard Graduate School of Education.
- Tobin, K., & Roth, W.-M. (2007). *The culture of science education: Historical and biographical perspectives*. Rotterdam: Sense.
- Κόκκος, Α. και συνεργάτες, (2011). *Εκπαίδευση μέσα από τις Τέχνες*, εκδόσεις Μεταίχμιο.
- Ματσαγγούρας, Η. (2003). *Θεωρία και Πράξη της Διδασκαλίας. Στρατηγικές Διδασκαλίας. Η κριτική σκέψη στη διδακτική πράξη*. Αθήνα: Gutenberg.
- Μέγα, Γ. (2011). Η Τέχνη στο Σχολικό Σύστημα ως Στοχαστική Διεργασία. Στο: Α. Κόκκος και συνεργάτες. *Εκπαίδευση μέσα από τις τέχνες, (σελ. 21-67)*, εκδ Μεταίχμιο. Αθήνα.
- Σταυρίδου, Ε. (2000). *Συνεργατική μάθηση στις Επιστήμες*. Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.
- Σταυρίδου, Ε. (2011). Διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Σύγχρονες τάσεις και οι επιπτώσεις τους στη διδακτική πράξη. Στο: *Βασικό Επιμορφωτικό υλικό, Τόμος Β: Ειδικό μέρος ΠΕ04 Φυσικών Επιστημών*, ΜΠΕ-Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- Χρυσ αφίδης, Κ.(1998). *Βιωματική – Επικοινωνιακή Διδασκαλία*. Αθήνα: Gutenberg.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



«Από πού ερχόμαστε – Ποιοι είμαστε - Πού πάμε» (1897-1898), του Πωλ Γκωγκέν, Μουσείο Καλών Τεχνών Βοστώνης.