

Συζητώντας για την απλή αρμονική ταλάντωση με ενσώματους κώδικες

Παντελής Κωνσταντίνου

Προπτυχιακός φοιτητής, Τμήμα εικαστικών και εφαρμοσμένων τεχνών, ΑΠΘ, pan.con@yahoo.com

Παναγιώτης Παντίδος

Επίκουρος καθηγητής, ΤΕΠΑΕ, ΑΠΘ, ppantidos@nured.auth.gr

Περίληψη

Η εργασία αυτή αποτελεί μία προσπάθεια εύρεσης σωματικών αναπαραστάσεων για κάποιες διαστάσεις του φαινομένου της απλής αρμονικής ταλάντωσης, και βασίζεται θεωρητικά στην προσέγγιση ότι η νόηση σχετίζεται και με τις ενσώματες αλληλεπιδράσεις του ανθρώπου με το περιβάλλον του. Μεθοδολογικά αυτό διερευνάται, μέσω της αλληλεπίδρασης ενός φυσικού με έναν εικαστικό καλλιτέχνη. Οι δυο ερευνητές πραγματοποίησαν 3 συναντήσεις διάρκειας 3 ωρών περίπου η καθεμία, οι οποίες βιντεοσκοπήθηκαν. Τα βασικά σημεία της μεταξύ τους αλληλεπίδρασης ήταν τα εξής: α) κατασκευή και χρήση από την πλευρά του φυσικού ενός χάρτη εννοιών που αφορούσε σε όψεις της αρμονικής ταλάντωσης όπως ημιτονοειδής συνάρτηση, απομάκρυνση, συχνότητα, περίοδος, πλάτος, κυκλική συχνότητα, φάση, διαφορά φάσης, β) ερωταποκρίσεις μεταξύ των δυο εμπλεκόμενων, γ) εφαρμογές (σωματικές) από τον καλλιτέχνη στην προσπάθειά του να απαντήσει. Φαίνεται ότι η αλληλεπίδραση συντόνισε τους δύο ερευνητές προς την επιζήτηση ενός κοινού κώδικα επικοινωνίας, το οποίο οδήγησε σε ενσώματες αναπαραστάσεις και από τα δύο μέρη. Καταδείχθηκε ότι ο εικαστικός καλλιτέχνης χρησιμοποιώντας το σώμα του μπορούσε τελικά να απαντήσει σε τυπικές ερωτήσεις που αφορούν στο φαινόμενο, ενώ ο φυσικός «απαντούσε» χρησιμοποιώντας μαθηματικούς υπολογισμούς. Ενδεχομένως τέτοιου είδους αλληλεπιδράσεις, παρόλο που έχουν μεγάλο βαθμό δυσκολίας για να μεθοδευτούν, μπορεί να κάνουν πιο λειτουργικά τα αντικείμενα των φυσικών επιστημών εισφέροντας δυναμικά στο διδακτικό μετασχηματισμό τους.

Λέξεις-κλειδιά: απλή αρμονική ταλάντωση, ενσώματη νόηση

Θεωρητικό πλαίσιο

Η προσέγγιση που διατρέχει τη συγκεκριμένη εργασία έχει στον πυρήνα της την έννοια της ενσώματης νόησης/μάθησης (embodied cognition/learning), μια έννοια που επικεντρώνεται στο ανθρώπινο σώμα ως παράγοντα κατασκευής των νοητικών αναπαραστάσεων. Η αντίληψη ότι το φυσικό σώμα αποτελεί εργαλείο σκέψης και συγκρότησης της γνώσης, άπτεται στην ευρύτερη προσέγγιση ότι η μάθηση συντελείται καταστασιακά. Δηλαδή, η μάθηση πραγματοποιείται μέσα από τις καταστάσεις που δημιουργούνται στον χώρο και στον χρόνο και σχετίζονται με τις αλληλεπιδράσεις του εκπαιδευόμενου με τον υλικό κόσμο, με τις εσωτερικές γνωστικές διεργασίες του και με τις κοινωνικές δια-δράσεις του. Σε αυτό το πλαίσιο, το ανθρώπινο σώμα είναι καθοριστικός παράγοντας, καθώς επεκτείνει την γνωστική λειτουργία του ανθρώπου, δημιουργώντας συνδέσεις με το φυσικό, κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον, οι οποίες

αποτελούν τμήματα του γνωστικού συστήματος του υποκειμένου (Clark & Chalmers, 1998, Wilson, 2004, Clark, 2008, Menary, 2010).

Καθώς στη διδακτική των φυσικών επιστημών ζητούμενο αποτελεί ο μετασχηματισμός των επιστημονικών εννοιών και των φαινομένων σε διδακτικά/μαθησιακά αντικείμενα, στην συγκεκριμένη εργασία διερευνάται σε έναν πρώτο βαθμό, εάν όψεις του φαινομένου της απλής αρμονικής ταλάντωσης μπορούν να αναπαρασταθούν μέσω ενσώματων πράξεων. Σημειώνεται ότι το συγκεκριμένο φυσικό φαινόμενο αφορά στην παλινδρομική αρμονική κίνηση ενός υλικού αντικειμένου γύρω από μία θέση ισορροπίας, και ως διδακτικό αντικείμενο εμφανίζεται στην ενότητα της μηχανικής, στην πιο απλή του εκδοχή μέσω ενός οριζοντίου ή κατακόρυφου συστήματος ελατηρίου-υλικού αντικειμένου. Η αναζήτηση λοιπόν σωματικών πράξεων εννοιολόγησης για την απλή αρμονική ταλάντωση αποτελεί και αντικείμενο μελέτης της συγκεκριμένης εργασίας. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο βασικότερος λόγος που επιλέχθηκε το συγκεκριμένο φαινόμενο είναι ότι εμπεριέχει την κίνηση, κάτι που έστω και φαινομενικά επιδέχεται σωματικής έκφρασης.

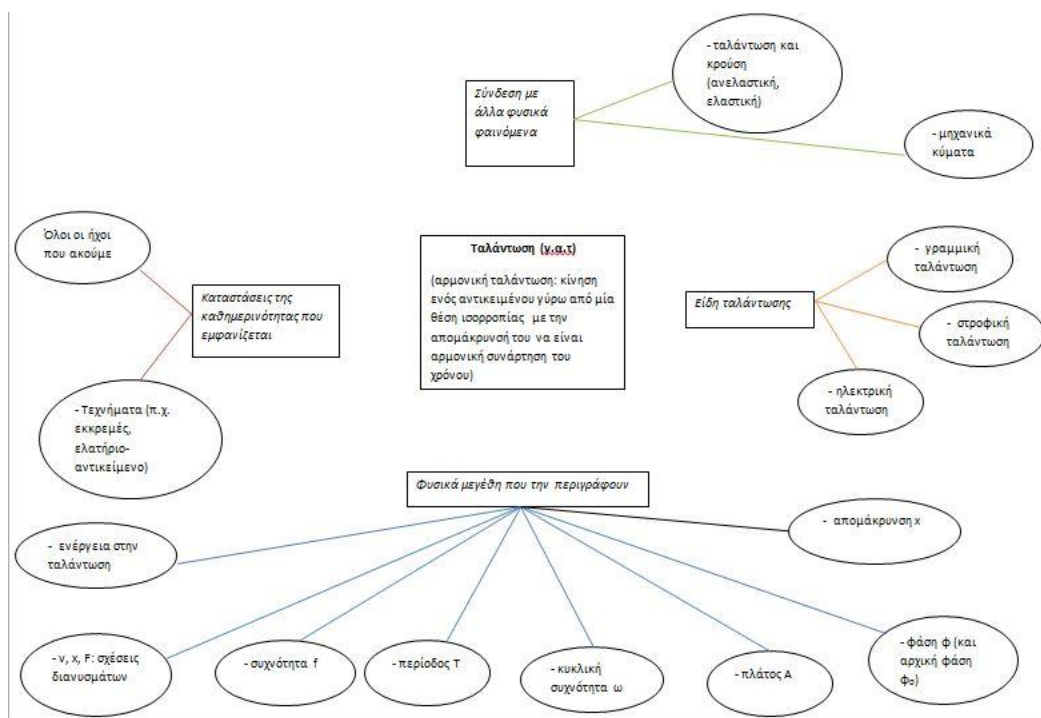
Μεθοδολογία

Ως κατάσταση η οποία δίνει τη δυνατότητα για την εύρεση σωματικών κωδίκων αναπαράστασης των διαστάσεων της απλής αρμονικής ταλάντωσης, επιλέχθηκε ένα πλαίσιο ανταλλαγής απόψεων ανάμεσα σε έναν φυσικό και έναν εικαστικό καλλιτέχνη. Ο φυσικός είχε υπόβαθρο στη διδακτική των φυσικών επιστημών, και εμπειρία διδασκαλίας της απλής αρμονικής ταλάντωσης για δέκα χρόνια περίπου σε τάξεις του λυκείου, ενώ ο εικαστικός καλλιτέχνης είχε ελλιπή γνώση στις φυσικές επιστήμες, αλλά εκ των πραγμάτων, με υπόβαθρο στις διαστάσεις υλικές αναπαράστασεις.

Μεθοδολογικά, δεν ισχυριζόμαστε ότι η καλλιτεχνική ιδιότητα του ενός από τους ερευνητές αποτελεί και προϋπόθεση για την επίτευξη του στόχου. Θεωρήθηκε όμως, ότι η επιλογή για αλληλεπίδραση με έναν καλλιτέχνη, αυξάνει την πιθανότητα για την επίτευξη μιας επικοινωνίας με κώδικες διαφορετικούς από τον παραδοσιακό/μαθηματικό κώδικα, ο οποίος έχει παγιωθεί στο σχολικό περιβάλλον για το συγκεκριμένο φαινόμενο. Σε αυτό το πλαίσιο, αποτέλεσε εξαρχής μεθοδολογική επιλογή του φυσικού, η έγερση της σωματικής έκφρασης του καλλιτέχνη για την αναπαράσταση των διαφόρων όψεων του φαινομένου.

Οι δυο ερευνητές πραγματοποίησαν 3 συναντήσεις διάρκειας 3 ωρών περίπου η καθεμία, οι οποίες βιντεοσκοπήθηκαν. Αρχικά τέθηκε ένα πλαίσιο αλληλεπίδρασης το οποίο βασίστηκε στην κατασκευή ενός χάρτη εννοιών (βλ. Εικόνα 1). Θεωρήθηκε δηλαδή από την πλευρά του φυσικού, ότι μία προσέγγιση με έμφαση στο εννοιολογικό περιεχόμενο του φαινομένου είναι μονόδρομος για την δημιουργία διαύλου επικοινωνίας ανάμεσα στον ειδικό και στον μη ειδικό.

Οι συζητήσεις ανάμεσα στους δυο ερευνητές επικεντρώθηκαν γύρω από όψεις της απλής αρμονικής ταλάντωσης όπως είναι, η ημιτονοειδής συνάρτηση, η απομάκρυνση, η συχνότητα, η περίοδος, το πλάτος, η κυκλική συχνότητα, η φάση, η διαφορά φάσης. Στο τέλος των συζητήσεων ζητήθηκε από τον καλλιτέχνη να απαντήσει σε κάποιες από τις τυπικές ερωτήσεις για την ταλάντωση, όπως εμφανίζονται στο βιβλίο της φυσικής θετικής και τεχνολογικής κατεύθυνσης της γ' τάξης του λυκείου (Ιωάννου, Ντάνος, Πήττας, Ράπτης, 1999).



Εικόνα 1. Χάρτης εννοιών για την απλή αρμονική ταλάντωση

Αποτελέσματα

Παρότι ο καλλιτέχνης είναι εικαστικός, η ζωγραφική απεικόνιση δεν αποτέλεσε το κυρίαρχο μέσο για την κωδικοποίηση του φαινομένου από την πλευρά του. Το ανθρώπινο σώμα ήταν το σύστημα επικοινωνίας ανάμεσα στους δύο ερευνητές, ενδεχομένως επειδή όπως αναφέρθηκε, αποτέλεσε μεθοδολογική επιλογή η ενεργοποίηση της σωματικής έκφρασης, η οποία όπως φαίνεται, έλαβε θετικής υποδοχής από τον καλλιτέχνη.

Σωματοποίηση της τροχιάς και των διανυσμάτων

Ο καλλιτέχνης μπορούσε με ευκολία να σωματοποιήσει την τροχιά ενός αντικείμενου που πραγματοποιεί ταλάντωση, είτε μετακινώντας το χέρι του πάνω-κάτω γύρω από μια νοητή θέση ισορροπίας και εντός των δύο ακραίων θέσεων μέγιστης απομάκρυνσης, είτε με την οριζόντια πέρα-δώθε μετατόπιση ολόκληρου του σώματός του στο χώρο. Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι οι σωματικές αναπαραστάσεις γίνονταν προσπάθεια να είναι αρμονικές, κάτι που βεβαίως στις περισσότερες των περιπτώσεων δεν ήταν εφικτό. Παρόλα αυτά, άρση αυτής της δυσκολίας μπορεί να επιτευχθεί εάν επέλθει συγχρονισμός ανάμεσα στην σωματική έκφραση και σε ένα ηχητικό αρμονικό ερέθισμα.

Η σωματική αναπαράσταση της κίνησης με τη συμμετοχή ολόκληρου του ανθρωπίνου σώματος, έδωσε τη δυνατότητα για τη βιωματική διερεύνηση, κάθε χρονική στιγμή, των κατευθύνσεων των διανυσμάτων της απομάκρυνσης, της ταχύτητας και της δύναμης. Πράγματι, αρχικά οι δύο ερευνητές αποδέχτηκαν τη σύμβαση ότι το σώμα τους είναι δεμένο σε ένα οριζόντιο ελατήριο, το οποίο στην άλλη του άκρη είναι στερεωμένο σε έναν τοίχο. Ενώ προσπαθούσαν να αναπαραστήσουν σωματικά την κίνηση, ταυτόχρονα προσπαθούσαν να συνειδητοποιήσουν και να «βιώσουν» κάθε χρονική στιγμή το τράβηγμα ή και την ώθηση του ελατηρίου. Με αυτόν τον τρόπο επιτεύχθηκε η συνειδητοποίηση ότι, για παράδειγμα, «κινούμαι σε δύο περιοχές εκατέρωθεν ενός σημείου αναφοράς», ότι «η ταχύτητά μου έχει δύο κατευθύνσεις – μία όταν πάω και μία όταν έρχομαι», και ότι «το ελατήριο είτε θα με σπρώχνει, είτε θα με τραβά και αυτό έχει να κάνει με το

αν είναι συσπειρωμένο ή επιμηκυμένο». Συνολικά, δημιουργήθηκε ένα υβριδικό θα λέγαμε βίωμα αποτελούμενο από πραγματικές κινήσεις και φανταστικές ώσεις.

Σωματική έκφραση της συχνότητας και της φάσης

Οι παραπάνω αναπαραστάσεις έδωσαν επιπλέον τη δυνατότητα να εκφραστεί σωματικά και η συχνότητα της ταλάντωσης, καθώς, κάθε πάνω – κάτω ή πέρα – δώθε κίνηση του χεριού ή του σώματος αντιστοιχώς, ισοδυναμούσε με επαναλήψεις αναφορικά με τον χρόνο. Η σχέση της κίνησης του σώματος με τον χρόνο, συνέδεσε και τη συχνότητα με τον χρόνο, δίνοντας την ευκαιρία για προϋποθέσεις εννοιολόγησης της περιόδου.

Ακόμα, δόθηκε η δυνατότητα να συνειδητοποιηθεί η κάθε θέση του χεριού ή του σώματος, ως σημείο στον χώρο και στον χρόνο. Αυτό επιτρέπει στην εννοιολόγηση της έννοιας της φάσης, δηλαδή, ότι η φάση είναι μια έννοια που δηλώνει την χωροχρονική κατάσταση του μετακινούμενου αντικειμένου/ανθρώπου, αναφορικά με κάποιες αρχικές συνθήκες θέσης και χρόνου. Πρακτικά αυτό δίνει τη δυνατότητα και για την εύρεση της αρχικής φάσης με σωματικούς όρους.

Σωματική έκφραση έναντι μαθηματικού φορμαλισμού

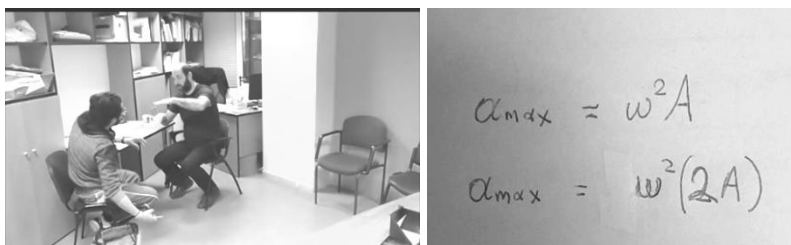
Στο τέλος της συζήτησης μεταξύ των ερευνητών, όπως αναφέρθηκε, τέθηκαν προς στον καλλιτέχνη κάποιες ερωτήσεις για την απλή αρμονική ταλάντωση, όπως ακριβώς περιέχονται στο βιβλίο. Ο καλλιτέχνης χρησιμοποιούσε το σώμα του για να απαντήσει, ενώ ο φυσικός «απαντούσε» χρησιμοποιώντας μαθηματικούς τύπους.

Χαρακτηριστικά αναφέρεται η ερώτηση 1.1 του σχολικού βιβλίου (Ιωάννου κ.ά., 1999):

1.1 Ένα σώμα δεμένο στην άκρη κατακόρυφου ελατηρίου του οποίου η άλλη άκρη είναι στερεωμένη ακλόνητα, εκτελεί αρμονική ταλάντωση πλάτους A . Εάν διπλασιάσουμε το πλάτος της ταλάντωσης, ποια από τα μεγέθη

- α) συχνότητα
 - β) μέγιστη ταχύτητα $v_{\max}$
 - γ) μέγιστη επιτάχυνση $a_{\max}$
 - δ) σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης
 - ε) ενέργεια της ταλάντωσης
- Θα μεταβληθούν;

Για την εύρεση της μέγιστης επιτάχυνσης μετά το διπλασιασμό του πλάτους της ταλάντωσης, ο φυσικός χρησιμοποίησε την αντίστοιχη μαθηματική έκφραση της μέγιστης επιτάχυνσης, ενώ ο καλλιτέχνης χρησιμοποίησε το σώμα του (βλ. Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Ενσώματη και μαθηματική απάντηση

Πράγματι, ο καλλιτέχνης καθώς αναπαριστά με το σώμα του την ταλάντωση «συνομιλώντας» χειρονομιακά με τον φυσικό, διατυπώνει εκφράσεις οι οποίες είναι χαρακτηριστικές για την μεταβολή της μέγιστης επιτάχυνσης. Λέει ότι «όσο πιο πολύ τραβιέται ...θα σουτάρει και πιο ψηλά πάνω», ότι «θα είναι πιο πολύ τεντωμένο το ελατήριο και σημαίνει ότι θα έχει και πιο πολύ επιτάχυνση» και ότι «τώρα θα το τραβάει πιο δυνατά από πριν που ερχόταν μέχρι εδώ». Είναι

χαρακτηριστικό ότι όλες αυτές οι εκφράσεις προφορικού λόγου αποτελούν εξηγήσεις και σχολιασμοί των κινήσεων των χεριών του.

Συζήτηση

Φαίνεται ότι, καθώς ο σωματικός ήταν ο κυρίαρχος κώδικας που χρησιμοποιήθηκε για την περιγραφή του φαινομένου της απλής αρμονικής ταλάντωσης, ήταν και εκείνος που οδήγησε στις εξηγήσεις από την πλευρά του καλλιτέχνη, οι οποίες σε κάποιες περιπτώσεις μετασχηματίστηκαν σε εξηγήσεις προφορικού λόγου. Γενικότερα, από την συγκεκριμένη προσπάθεια αναδεικνύεται η δυνατότητα για την δημιουργία ενός ενσώματου/βιωματικού πλαισίου διερεύνησης με πειραματικά χαρακτηριστικά, για την αναπαράσταση των επιστημονικών εννοιών. Κάτι τέτοιο συμβάλλει στην δημόσια κατανόηση της επιστήμης και στην αποδοχή της επιστήμης ως στοιχείου του ανθρώπινου πολιτισμού.

Προς αυτή την κατεύθυνση, εργαστήρια παιδαγωγικού περιεχομένου με έμφαση στην βιωματικότητα, την αφήγηση και την σωματικότητα μπορούν να αποτελέσουν πλαίσιο για την ανεύρεση φορμών αναπαράστασης και εξήγησης επιστημονικών εννοιών (Pantidos, Valakas, Vitoratos & Ravanis, 2010). Τέτοιου είδους εφαρμογές φαίνεται, με μια πρώτη ανάγνωση, ότι μπορούν να μετασχηματίσουν κάποια διδακτικά αντικείμενα, ειδικά εκείνα της φυσικής επιστήμης που προέρχονται από την ενότητα της μηχανικής. Ακόμα και η αρμονικότητα της ταλάντωσης είναι δυνατό, όπως αναφέρθηκε, να αναπαρασταθεί ενσώματα, καθώς προϋπόθεση αποτελεί ο συγχρονισμός της κίνησης του ανθρώπινου σώματος με ένα αρμονικό ηχητικό σήμα. Επιπλέον, όψεις όπως η συχνότητα, η περίοδος και η φάση, ίσως θα μπορούσαν να σωματοποιηθούν και από μικρά παιδιά.

Η σωματική έκφραση διαστάσεων επιστημονικών εννοιών μπορεί να τροφοδοτήσει και καλλιτεχνικές εφαρμογές, δίχως απαραίτητα σε αυτές τις περιπτώσεις η τυπική μάθηση να αποτελεί ζητούμενο. Οι ήχοι, το ανθρώπινο σώμα, το φως, τα υλικά αντικείμενα και η σύμπλεξη αυτών, αποτελούν ικανό υπόβαθρο για την σύνθεση εγκαταστάσεων (installations) με θεματολογία από τις φυσικές επιστήμες (Γιαννουλάτου, Παρούση & Τσελφές, 2017).

Βιβλιογραφία

- Γιαννουλάτου, Ι., Παρούση, Α., & Τσελφές, Β. (2017). Εγκαταστάσεις (Installation Art): Μια καλλιτεχνική αναπαράσταση θεωρητικών ιδεών για το φως μέσω υλικών τεχνημάτων, Στο Σταύρου Δ., Μιχαηλίδη Α. & Κοκολάκη Α. (επιμ.) *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης*, 230-238, <http://synedrio2017.enepnet.gr>,
- Ιωάννου, Α., Ντάνο, Γ., Πήττας, Α., & Ράπτης, Σ. (1999). *Φυσική Θετικής & Τεχνολογικής Κατεύθυνσης, Γ' τάξης*. <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C108/542/3558,14699/>
- Clark, A. (2008). *Supersizing the Mind: Embodiment, Action, and Cognitive Extension*. New York: Oxford University Press.
- Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The extended mind, *Analysis*, 58, 10–23.
- Menary, R. (ed.) (2010). *The Extended Mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Pantidos, P., Valakas, K., Vitoratos, E., & Ravanis, K. (2010). The materiality of narrative spaces: A theatre semiotics perspective into the teaching of physics. *Semiotica*, 182, 305-325.
- Wilson, R.A. (2004). *Boundaries of the Mind: The Individual in the Fragile Sciences: Cognition*. Cambridge University Press.