Διδακτικές μεταφορές στις Φυσικές επιστήμες

Πλατάρος Γιάννης
University of Nicosia

Διδακτικές μεταφορές στις Φυσικές επιστήμες

Πλατάρος Ιωάννης Εκπαιδευτικός Π.Ε.03&Π.Ε.80

M.Edu. «Διδακτική και Μεθοδολογία των Μαθηματικών»& M.Edu. «Θεωρία, Πρακτική και Αξιολόγηση Διδασκαλίας»

Παπαδόπουλος Κωνσταντίνος Π.Ε.03

Ph.D. στις Επιστήμες της Αγωγής, Mc.S « Στατιστική και Μοντελοποίηση»

Περίληψη

Οι διδακτικές μεταφορές, σύμφωνα με την θεωρία όταν είναι οικείες στον μαθητή, είναι ένα διαμεσολαβητικό στάδιο για επίτευξη μάθησης. Στην παρούσα εργασία αναφέρουμε κάποια παραδείγματα κυρίως των Φυσικών επιστημών, ενδιαφέροντα για την αντίστοιχη διδασκαλία, που αναφέρονται στην διάθλαση του φωτός, μεταφορά ηλεκτρικού ρεύματος, κ.ά. εμβαθύνοντας στην φύση της μεταφοράς και αναλογικής σκέψης.

Λέξεις –κλειδιά : Αναλογική σκέψη, διδακτική μεταφορά, Φυσικές επιστήμες.

Teaching metaphors in the Natural Sciences

Plataros Ioannis Teacher P.E.03 &P.E. 80

M.Edu. "Mathematics Teaching and Methodology" & M.Edu. "Teaching Theory, Practice and Evaluation"

Papadopoulos Konstantinos Teacher P.E.03

Ph.D in Educational Sciences, Mc.S. «Statistics and Modeling»

Abstract

Teaching metaphors, when students are familiar with them, is a mediating stage in achieving learning. In the present work we mention some interesting examples mainly of Natural Science, for the corresponding teaching, which refer to the refraction of light, the transmission of electricity, etc. delving into the nature of metaphor and analogical thinking.

Keywords: Analogue thinking, reaching metaphor, Natural sciences.

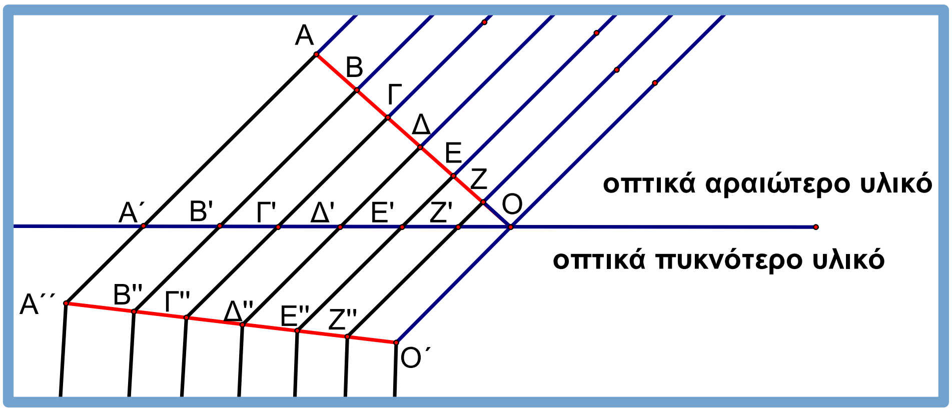
Πρόλογος

Σύμφωνα με την Paparousi (2008) στις εννοιολογικές μεταφορές, ένα πεδίο εμπειρίας Α, χρησιμοποιείται για να κατανοήσουμε ένα άλλο πεδίο εμπειρίας , Β. Το εννοιολογικό πεδίο το οποίο προσπαθούμε να κατανοήσουμε ονομάζεται «τομέας-στόχος» (target domain), ενώ το εννοιολογικό πεδίο το οποίο χρησιμοποιούμε για τον σκοπό αυτό ονομάζεται «τομέας-πηγή» (source domain) . Για να κατανοήσουμε ένα πεδίο εμπειρίας με τους όρους ενός άλλου, συνεπάγεται ένα σύστημα συγκεκριμένων αντιστοιχιών, που καλούνται «αντιστοιχίσεις» (mappings), ανάμεσα στον «τομέα-πηγή», που είναι συνήθως συγκεκριμένος, και στον «τομέα-στόχος», που αφορά συνήθως αφηρημένες έννοιες. Οι (Lakoff και Johnson 2003) πρώτοι το 1980, έθεσαν σε αμφισβήτηση το ρόλο της μεταφοράς ως λογοτεχνικό τέχνασμα για αισθητικούς σκοπούς, υποστηρίζοντας ότι η μεταφορά χρησιμοποιείται ευρέως στην καθημερινή ζωή για λόγους κατανόησης και έκφρασης εννοιών. Η θεωρία των διδακτικών μεταφορών, συνδέεται με τα ενσώματα μαθηματικά του David Tall και των Lakoff-Núñez (Spyrou 2009)

Στην παρούσα εργασία συγκεντρώσαμε κάποιες μεταφορές που αναφέρονται κυρίως στις Φυσικές Επιστήμες τα οποία με αναλογική σκέψη μπορούν να διευκολύνουν την μάθηση αφηρημένων εννοιών και φαινομένων της Φυσικής. Η προσέγγιση των παραδειγμάτων γίνεται κριτικά με αναφορά στην διδακτική και επιστημολογική διάσταση εκάστου. Η χρήση τους πρέπει να γίνεται προσεκτικά και να είναι συμβατή με τις εμπειρίες των μαθητών, άλλως δεν έχουν νόημα και διδακτικά αστοχούν.

Παραδείγματα για Διδακτικές εννοιολογικές μεταφορές.

Γιατί διαθλάται η μονοχρωματική ακτίνα φωτός εισερχόμενη από τον αέρα στα νερό με δεδομένο, ότι η ταχύτητα του φωτός στον αέρα είναι μεγαλύτερη απ΄ ό,τι στο νερό;

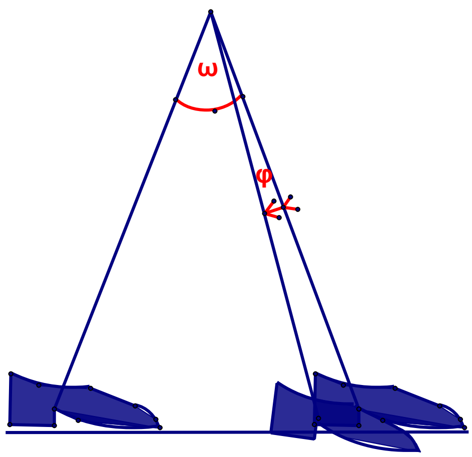


Σχήμα 1

Στο σχήμα 1, καθώς εισέρχεται μια μονοχρωματική δέσμη παραλλήλων ακτίνων φωτός (=συγκεκριμένης συχνότητας) με μέτωπο ΑΒΓΔΕΖΟ θεωρούμε το Ο που ακουμβά την επιφάνεια εντός της οποίας κινείται αργότερα. Έστω σε χρόνο t , έχει πάει στο Ο΄ διανύοντας το τμήμα ΟΟ΄ . **Στο ίδιο χρονικό διάστημα t,** το Α έχει πάει στο Α΄΄ μέσω Α→Α΄→Α΄΄ Λογικό είναι να υποθέσουμε αμέσως και να διαπιστώσουμε, ότι ΑΆ΄΄

<ΟΟ΄. Καθώς ο χρόνος διάνυσης του Α΄Α΄΄ είναι μικρότερος από τον χρόνο διάνυσης του ΟΟ΄, αφού χρειάζεται και κάποιο τμήμα του t. για να διανυθεί ΑΑ΄. Ομοίως και αναλόγως αυτό ισχύει και για τα ενδιάμεσα σημεία. Έτσι λοιπόν, όπως στο σχήμα, έχω το «σπάσιμο»-κλίση της μετωπικής επιφάνειας της αρχικής κόκκινης ακτίνας. Αυτό είναι ένα φαινόμενο, που μπορεί να παρατηρηθεί στο μηχανικό του ανάλογο, καθώς φάλαγγα στρατιωτών με βηματισμό, εισέρχονται υπό γωνίαν, από άσφαλτο σε αμμώδες έδαφος όπου κινούνται με λιγότερη ταχύτητα. Έχουμε τύχει και αυτόπτες μάρτυρες του φαινομένου αυτού, με τον λοχία να ωρύεται *«ποιος σας είπε να στρίψετε!...»* Όταν μάλιστα οι στρατιώτες εισέλθουν κάθετα στο αμμώδες σκάμμα, η συχνότητα του βήματος δεν αλλάζει (*f* =ο ρυθμός του «ένα –δυό») ενώ αλλάζει το μήκος βηματισμού λόγω καταβύθισης (λ=μήκος βήματος) με μείωση του λόγου των ταχυτήτων, ίση με τον λόγο των μηκών των βημάτων, όπως συμβαίνει και με τη μονοχρωματική ακτινοβολία, δηλ. όταν οι στρατιώτες έχουν περίπου ίδια σωματοδομή και μπορούν να βαδίσουν στο ίδιο μήκος βήματος

Κριτικό σχόλιο στο μοντέλου και άρση του. Στο σχήμα έχουμε σχεδιάσει ευθύγραμμη κίνηση στην ίδια κατεύθυνση , κάτι αυθαίρετο και μάλιστα αντίθετο από το συμπέρασμα που θέλουμε να δείξουμε! Η επί πλέον εξήγηση έγκειται στο ότι το Ο΄ μπορεί να πλησιάσει το Ο «οσοδήποτε κοντά» απειροστικά Μαθηματικά, με το οσοδήποτε κοντά στο πραγματικό φυσικό μοντέλο να είναι το ένα μήκος κύματος και στο μηχανικό ανάλογο το ένα βήμα στρατιώτη. Επίσης το Α πλησιάζει το Ο «οσοδήποτε κοντά» όπου το θεωρητικό φυσικό όριο φαίνεται να είναι η διάμετρος ενός φωτονίου. Με την μίκρο σωματιδιακή θεώρηση «γιατί ένα και μοναδικό φωτόνιο στρίβει» δεν υπάρχει απάντηση μέσω του μοντέλου αυτού. Χρειάζεται κάποιο άλλο μοντέλο που να εξηγεί πώς καθώς εισέρχεται υπό γωνίαν, αλληλοεπιδρά με την ύλη του οπτικώς πυκνότερου υλικού και μικραίνει το μήκος κύματος με την συχνότητα να μένει σταθερή. Στους στρατιώτες σε σχηματισμό παρέλασης ο βηματισμός (= η συχνότητα του «εν-δυό- έν-δυό- ένα!» μένει σταθερή και αλλάζει το μήκος του βήματος (μικραίνει από άσφαλτο σε άμμο και αντιστρόφως μεγαλώνει) Στο σχήμα 2, παριστάνεται το πρώτο βήμα από άσφαλτο σε άμμο. Καθώς όταν πατάμε στην



Σχήμα 2: Στο πρώτο βήμα μέσα στην άμμο, το πόδι βουλιάζει λίγο, έτσι στο μοντέλο, αντί για γωνία ω, διαγράφεται τελικά γωνία ω-φ και άρα μικρότερο βήμα.

επιφάνεια της άμμο αυτή βουλιάζει, το σταθερού μήκους σκέλος κάνει μία μικρή παραπάνω μικρή γωνία καθώς το σκέλος στρίβει παραπάνω, κάνοντας την απόσταση μεταξύ των δύο παπουτσιών μικρότερη απ΄ ό,τι αν ήταν σε άσφαλτο. Με το πάτημα οριζοντιώνεται το πέλμα και συνεχίζεται ομοίως καθώς διαγράφεται πάντα στον ίδιο χρόνο η γωνία ω, με ταυτόχρονη οπισθοχώρηση κατά γωνία φ. Ένα γνωστικό ερώτημα που αδυνατούμε να απαντήσουμε, είναι ποίο είναι το αντίστοιχο πιο πραγματικό μοντέλο με την διάθλαση όπου αν ο μηχανισμός μείωσης του μήκους του βήματος είναι αυτός του σχήματος 2, πώς θα είναι ο μηχανισμός της μείωσης του μήκους κύματος της μονοχρωματικής ακτίνας, **με αναλογική σκέψη, αν έχει εφαρμογή η αναλογική σκέψη στο συγκεκριμένο μοντέλο –μεταφορά .** Δηλ. αν είναι τέλειο αναλογικό παράδειγμα και έχουμε 1-1 μεταφορά των επί μέρους στοιχείων του μοντέλου-μεταφοράς. Για την πληρότητα, να αναφέρουμε και την ύπαρξη του μοντέλου με τις ισοφασικές επιφάνειες που εξηγεί το φαινόμενο , όπου κι αυτό εξηγεί πειστικά την στροφή.

Τα μηχανικά ανάλογα του ηλεκτρισμού:

Η διαφορά δυναμικού U, μεταξύ δύο σημείων κυκλώματος, εννοείται ως διαφορά πίεσης μεταξύ δύο σημείων ροής υγρού μέσω σωλήνας. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη Ε ως η πίεση του δικτύου ύδρευσης, που όμως αμέσως μειώνεται αν εξαναγκάσουμε το νερό να κινηθεί μέσω αγωγού, λόγω της αντίστασης του δικτύου μεταφοράς λόγω τριβών. Οι συνολικές αντιστάσεις εν σειρά και εν παραλλήλω εξηγούνται πολύ ωραία ως τριβές. Η θεωρητική μεταφορά διφασικού ρεύματος με διαφορά φάσης 180^{o}, είναι μια λύση μαθηματική του τύπου I_0ημ(ωt)+ I_0 ημ(ωt+180^{o})=0 που δηλοί ότι δύο αγωγοί μεταφορά δεν χρειάζονται αγωγό επιστροφής στο εργοστάσιο παραγωγής. Η ευφυέστερη όμως λύση (διότι είναι οικονομικότερη σε χαλκό) είναι η μεταφορά του τριφασικού ρεύματος με τρεις αγωγούς μεγάλης διατομής και επιστροφή για να κλείνει το κύκλωμα με έναν αγωγό πολύ μικρής διατομής που υλοποιεί την θεωρητική μαθηματική εξήγηση ότι όταν μεταφέρουμε εναλλασσόμενο ρεύμα ιδίου πλάτους και συχνότητας με τρεις αγωγούς με διαφορά φάσης 120 μοίρες, το συνολικό ρεύμα που προκύπτει είναι μηδέν! (ή ένταση Ι) αφού $I_{ολ.}$ = I_0ημ(ωt)+ I_0 ημ(ωt+120^{o})+ I_0 ημ(ωt+240^{o})=0 Μοιράσουμε τις τρεις σειρές έκαστον από κάθε ομάδα Α,Β,Γ σε μία και μοναδική με σειρά ΑΒΓΑΒΓΑΒΓ…. Ο κάθε ένας μαέστρος διευθύνει την δική του ομάδα με διαφορά φάσης εκάστου μαέστρου (στο μέτρο 2/4) 120^{o} , τότε θα υπάρξει ένα είδος «αρνητικού συντονισμού» και θα ακινητοποιηθούν όλοι καθώς όταν ένας θα σπρώχνει τον διπλανό του με κάποια δύναμη F_1, η φορά και η δύναμη των δύο άλλων, θα είναι τέτοια όπου η συνισταμένη των τριών είναι μηδέν και θα έχουμε ακινησία. Οι καταναλώσεις στα σπίτια μοιράζονται με τον κανόνα Α,Β,Γ κοκ εναλλάξ αλλά επειδή πρακτικά δεν υπάρχουν ίσες καταναλώσεις, υπάρχει ένα μικρό ρεύμα επιστροφής με καλώδιο μικρής διατομής στο εργοστάσιο, για να κλείνει το κύκλωμα .

Το μηχανικό μοντέλο της Ωμικής ηλεκτρικής αντίστασης και η πλήρης ανατροπή του. Οι γνωστικές και Επιστημολογικές Επιπτώσεις

Η αντίσταση η ωμική, προσομοιάζεται με έναν άνθρωπο ως ελεύθερο ηλεκτρόνια που κινείται στο πεζοδρόμιο σε μία οδό με μικρή κυκλοφορία και έρχεται σε ελάχιστη επαφή με τους αντιθέτως κινούμενους ατάκτως ανθρώπους, που μπορούν και να χορεύουν στο πεζοδρόμιο (Θερμική ταλάντωση μορίων) . Συναντά μια πλατεία με κόσμο που έχει μαζευτεί για μια ενθουσιώδη προεκλογική ομιλία και επιχειρεί να την διασχίσει ερχόμενος σε επαφή αναγκαστικά με πολλούς ανθρώπους (θερμική τριβή, κρούσεις) εμποδιζόμενος πάρα πολύ. Αν για κάποιο λόγο σταματήσει εντελώς η κίνηση των υπαρχόντων ανθρώπων (Θερμοκρασία -273^o C) πάει στον προορισμό του ακωλύτως περνώντας ανάμεσα στο παγωμένο σαν κινηματογραφικό εφέ, ακινητοποιημένο πλήρως. Σε όλες τις περιπτώσεις . Υπήρχε για τουλάχιστον 50 χρόνια ο αντίστοιχος τύπος που προέβλεπε αναλογική αύξηση της αντίστασης με την θερμοκρασία Κελσίου. Ήταν (και είναι) $R_\theta = R_0\left(1+\frac{\theta}{273}\right)$ όπου R_θ η αντίσταση αγωγού σε θερμοκρασία θ^o C και R_0 η θερμοκρασία στους 0^o C. Η θεώρηση των 0ο C είναι εντελώς τεχνική , καθώς μπορούν να συναρτηθούν οι αντιστάσεις ανάμεσα σε δύο οιεσδήποτε θερμοκρασίες. Για ένα συγκεκριμένο υλικό, η αντίστασή του σε συνάρτηση με την θερμοκρασία του είναι μια ευθεία με κλίση R_0/ 273 Έχουμε δηλαδή μια δέσμη ευθειών ανά υλικό που τέμνονται όλες στο σημείο (-273 , 0) όπου η ωμική αντίσταση μηδενίζεται στους -273ο C. Προφανώς ο τύπος προέκυψε και από πλήθος πειραματικών δεδομένων, όπου ναι μεν δεν ήταν εφικτή μέτρηση κοντά στο -273, αφού το -273 είναι ένα θεωρητικό όριο που σίγουρα δεν μπορεί να επιτευχθεί ποτέ, καθώς αν υπάρχει κάποιος χώρος επίτευξης, αυτός θα διαπερνάται από την κοσμική ακτινοβολία και θα ανεβάζει έστω ελάχιστα την θερμοκρασία. . Το αντιπαράδειγμα σε αυτόν τον τύπο που προβλέπει μηδενισμό της ωμικής αντίστασης στους -273 βαθμούς, προέκυψε με κεραμικά υλικά όπου μηδενίζουν την ωμικά αντίσταση στους -60 βαθμούς, δηλ. 213 μονάδες πάνω από το απόλυτο μηδέν της θερμοκρασίας. Ο φιλοσοφικός και επιστημολογικός σχολιασμός επ΄ αυτού είναι ο εξής:

Α) Τα μαθηματικά που περιγράφουν ένα φυσικό φαινόμενο, δεν είναι λανθασμένα, αλλά το αναπάντεχο αντιπαράδειγμα παράδειγμα που αλλάζει την οπτική την Φυσική αποκαλύπτει αλλαγή μοντέλου και εξήγησης όπου ναι μεν τα παλιά δεδομένα εξακολουθούν περιγραφόμενα αλλά πρέπει να προστεθεί και η αγωγιμότητα των κεραμικών υλικών υπό την ειδική δομή τους.

Β) η μεταφορά που χρησιμοποιήθηκε με τον άνθρωπο που διασχίζει την πολυπληθή πλατεία με το κινούμενο πλήθος που ακινητοποιείται, είναι παραπάνω από ακριβές (τέτοια εντύπωση ισχυρή δημιουργεί) σε σημείο που το μοντέλο είναι ισχυρό γνωστικό εμπόδιο για την νέα γνώση. Χρειάζεται δηλαδή να είναι αρκούντως «φιλοσοφημένος» ο Φυσικός επιστήμονας και να μην λέει «αυτά δεν γίνονται» ή να το λέει, κρατώντας κάποιες επιφυλάξεις που επιβάλλονται από την Ιστορία των επιστημών την Επιστημολογία και την Φιλοσοφία τους.

Άνθρωπος και Η/Υ

Πίνακας 1:

Έχει βραχυπρόθεσμη μνήμη	Έχει βραχυπρόθεσμη μνήμη
Παθαίνει ιώσεις	Παθαίνει «ιώσεις»
Λαμβάνει αντιβιοτικά	Λαμβάνει αντιϊικά λογισμικά
Κοιμώμενος, ξεκουράζεται ελαχιστοποιεί τις καύσεις του, ενισχύει το ανοσοποιητικό του, ανασυγκροτεί μνήμη , αναζωογονείται ο εγκέφαλος	Τίθεται σε αναστολή λειτουργίας, ελαχιστοποιώντας την κατανάλωση ενέργειας, αδειάζει κάδο ανακύκλωσης, διαγράφει από την μνήμη τα άχρηστα .
Δικτυώνεται με άλλους ανθρώπους και τα καταφέρνει καλύτερα	Δικτυώνεται με άλλους Η/Υ και τα καταφέρνει καλύτερα
Έχει ανοσοποιητικό σύστημα	Αυτοδιορθώνεται μερικώς.
Με το χρόνο, φθίνουν οι ικανότητες του ανθρώπου. Ακολουθεί σιγμοειδές μοντέλο ανάπτυξης.	Προϊόντος του χρόνου μειώνονται οι δυνατότητες ανταπόκρισης του Η/Υ στο περιβάλλον. Χρειάζεται αναβάθμιση.
Στον χρόνο το είδος άνθρωπος βελτιώνεται βραδύτατα με τον νόμο της Φυσικής Επιλογής	Στον χρόνο, οι Η/Υ βελτιώνονται ταχύτατα, εκθετικά. Δεν ακολουθούν το μοντέλο μιας σιγμοειδούς καμπύλης εξέλιξης

Άνθρωπος και Αυτοκίνητο

Πίνακας 2:

Άνθρωπος	**Ι.Χ.Ε αυτοκίνητο**
Σκελετός - Σώμα	Σασί-Αμάξωμα
Μηχανή	Καρδιά
Μυαλό	Οδηγός (ή σύστημα Tesla πλέον)
Φαγητό	Καύσιμα
Πόδια	Ρόδες
Νοσοκομείο	Συνεργείο Αυτοκινήτων

Ορθοπεδική κλινική	Φαναρτζίδικο, Ευθυγράμμιση , Ζυγοστάθμιση.
Δέρμα, υγιεινή του.	Εργασίες Βαφείου
Βλεφαρίδες	Υαλοκαθαριστήρες
Σύστημα ψύξης με ιδρώτα	Σύστημα ψύξης με υδροχιτώνια.
Παχύ έντερο	Εξάτμιση.
Έμφραγμα	Διακοπή τροφοδοσίας ψεκασμού καυσίμου από βούλωμα σωληνίδιων (Μη ακριβώς αναλογική μεταφορά καθώς αφορά και σύστημα πέψης και κυκλοφοριακό
Φυσικά λιπαντικά αρθρώσεων	Βαλβολίνες κιβωτίου ταχυτήτων -Λάδια
Πνεύμονες	Φίλτρο αέρα
Χολή γαστρικά υγρά	Βελτιωτικά καύσης
Στομάχι	Ρεζερβουάρ.
Καλά γονίδια	Καλή εργοστασιακή κατασκευή , ποιοτικά υλικά δομικά.
Φόρος Φυσικού προσώπου	Τέλη κυκλοφορίας
Ασφάλεια Φυσικού προσώπου	Μεικτή ασφάλεια ΙΧΕ
Ρύθμιση θερμοκρασίας θερμόαιμου	Κλιματισμός.
Καλλωπισμός	Καλλωπισμός
Δερματοστιξία	«Φίλε πρόσεχε!»
Περιοδικό τσεκ –απ	ΚΤΕΟ
Υπαγωγή στην Αστυνομία	Υπαγωγή σε Τροχαία.
Θάνατος	Απόσυρση.

Χημεία και Γλώσσα

Πίνακας 3:

Χημεία	**Γλώσσα (Ελληνική)**
Στοιχεία	Γράμματα
Ρίζες	Δίφθογγοι (δίψηφα φωνήεντα)
Σθένη στοιχείων και Ριζών	Ορθογραφικοί κανόνες
Χημική Ένωση	Λέξη
Χημική αντίδραση	Πρόταση αποφατική συντακτικώς και ορθογραφικώς ορθή
Μονόδρομη αντίδραση	Πρόταση λογική, συνεπαγωγής
Αμφίδρομη αντίδραση	Πρόταση ισοδυναμίας.
Καταλύτης	Επί πλέον συνθήκη-πρόταση ισχύος συνεπαγωγής ή ισοδυναμίας με ποσοτική είτε και ποιοτική αναφορά
Αντιθετοαντιστροφή (Αν όχι νερό, τότε όχι (Οξυγόνο και Υδρογόνο με αναλογία γραμμομορίων 1:2)	Ισχύει η Λογική Αντιθετοαντιστροφή.
Νέο Χημικό πείραμα	Αυτόματη γραφή.
(ορθή) Επίλυση Χημικής άσκησης	Παραγωγή (αληθών) λογικών προτάσεων.
Ασκήσεις μείξης διαλυμάτων	Συρραφή κειμένων με νέα δομή και νέα ποιότητα.
Διάσπαση χημικής ένωσης	Ετυμολογική προέλευση σύνθετης λέξης.

Υπόθεση (Νόμος τελικά) Avogadro:

«Ίσοι όγκοι αερίων, υπό την ίδια θερμοκρασία και πίεση, περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων και αντιστρόφως»

Το όζον, O_3, «κατά τεκμήριο» έχει 50% μεγαλύτερο όγκο από το οξυγόνο O_2 και όταν είναι στην ίδια θερμοκρασία, εννοούμε ότι οι μέσες αποστάσεις μεταξύ των μορίων είναι σταθερές. Πώς λοιπόν καταλαμβάνουν ίσους όγκους; Το μοντέλο έγκειται στο ότι ναι μεν λ.χ. 100 δίευρα στοιβαγμένα έχουν μεγαλύτερο όγκο από 100 στοιβαγμένα μονόευρα, αλλά όταν διασκορπιστούν σε ίσες μεταξύ τους αποστάσεις του ενός μέτρου, (π.χ. εξαγωνικό πλέγμα με πλευρά 1m) ορίζουν ίσα εμβαδά. Οι ίδιες διαστάσεις των διεύρων, στην πραγματικότητα, δίνουν ένα αμελητέως μεγαλύτερο εμβαδόν, που δεν επηρεάζει τις συνήθεις μετρήσεις μας. Το ακριβέστερο μοντέλο - μεταφορά, είναι στον χώρο. Δηλαδή, αν 100 χελιδόνια πετούν σε μέση μεταξύ τους απόσταση 10m και καταλαμβάνουν όγκο V, τότε τον ίδιο όγκο θα καταλαμβάνουν και αν στην θέση τους σε ίσες μέσες αποστάσεις είναι περιστέρια. Αντιστρόφως, ο ίδιος όγκος πληρούται με 100 πτηνά ανεξαρτήτως ιδίου όγκου πτηνών, αν τεθούν στις ίδιες «μεγάλες» μέσες αποστάσεις . («μεγάλες» ως προς τις ίδιες διαστάσεις των πτηνών) Ο νόμος του Avogadro με το παραπάνω μοντέλο μεταφορά, καθίσταται πρόδηλος και προφανής.

Συμπεράσματα

Τα μεταφορικά παραδείγματα και η αναλογική σκέψη πάντα είχαν την θέση τους στην διδακτική και πριν από τους Lakoff & Jonson οποίοι το 1980, πρώτοι μελέτησαν επισταμένως και ενδελεχώς τις εννοιολογικές μεταφορές. Διεπίστωσαν ότι διαμεσολαβούν αποτελεσματικά την μάθηση ενώ κάθε νέα μεταφορά επί του ιδίου, δημιουργεί νέα κατανόηση και νέα πραγματικότητα. Προσπαθήσαμε στα παραδείγματα όπως ο τομέας βάσης να είναι οικείος, να παρουσιαστεί καλή χαρτογράφηση ομοιοτήτων, σε κατάλληλο πλαίσιο. Όπως επισημαίνει η Kouletsi (2010) δεν πρέπει να μας διαφεύγει ποτέ, ότι οι εννοιολογικές διδακτικές μεταφορές είναι ένα εργαλείο, για διερεύνηση εννοιολογικών περιοχών. Οι απαιτούμενες συνδέσεις και η δυναμική τους για την κατασκευή νέας γνώσης έχουν εγγενείς περιορισμούς. Παρ΄όλο που ανοίγονται νέοι δρόμοι που διευκολύνουν την κατάκτηση «δύσβατων» εννοιολογικά περιοχών, η χρήση τους δεν πρέπει να συνιστά πανάκεια. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η μεταφορά, είναι κάτι λιγότερο από αυτό στο οποίο αναφέρεται. Ο όποιος προβληματισμός δεν πρέπει να αναφέρεται για το ποιο μοντέλο είναι καλύτερο για τη διδασκαλία μιας έννοιας, αλλά ποιες είναι οι συνέπειες από τη χρήση των μεταφορών και πώς είναι διαχειρίσιμες, ενώ σε κάθε περίπτωση, χρειάζεται μέτρο.

Αναφορές

Christou K. (2010) *«Mathisi me analogies & metafores »* Simeioseis mathimatos sto Paidagogiko Tmima Pan. Dyt. Makedonias.

Kouletsi, E. (2010). «*Oi Ennoiologikes Metafores kai i Chrisi tous apo tous Kathigites sti didaskalia ton Mathimatikon*.» Diplomatikiergasia.Diapanepistimiako – Diatmimatiko Programma Metaptychiakon Spoudon “Didaktiki kai methodologia ton Mathimatikon», Panepistimio Athinon. (Διατίθεται σε: https://docplayer.gr/1547890-Oi-ennoiologikes-metafores-kai-i-hrisi-toys.html)

Lakoff, G. & Johnson, M. (2003). Metaphors we Live by. Chicago, University of Chicago Press. (Διατίθεται σε https://nyshalong.com/public/archive/20150131/20150131_ref.pdf)

Lakof G.-Nounez R. (2016) *« Apo pou proerchontai ta Mathimatika;»* mtfr. Ellinika Ekdoseis Liberal Books

Paparousi, M. (2008) *«Ennoiologiki metafora : mia apopeira didaktikis axiopoiisis»* Il. Periodiko «Keimena» Tefchos 8. (Diatithetai se http://keimena.ece.uth.gr/main/index.php?option=com_content&view=article&id=117:p1t8&catid=52:tefxos8&Itemid=60)

Spyrou, P. (2009) *«Epistimologies gia tin Didaktiki ton Mathimatikon»* Simeioseis Mathimatos, Mathimatiko tmima Pan. Athinon.