

Κώτσης Κωνσταντίνος¹

**Συσχέτιση των ορθών αντιλήψεων των μαθητών Δημοτικού,
σε απλές έννοιες της Μηχανικής,
από την αναπτυξιακή νοητική τους ηλικία**

Περίληψη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα εμπειρικής έρευνας που πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της Έκτης Δημοτικού της πόλης των Ιωαννίνων, για τις αντιλήψεις που έχουν σε έννοιες της μηχανικής σε σχέση με τη νοητική ηλικία που έχει ο κάθε μαθητής. Η νοητική ηλικία προσδιορίστηκε με το ψυχομετρικό εργαλείο WISC-III. Τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν ότι υπάρχει μια γραμμική σχέση μεταξύ της νοητικής τους ηλικίας και του αριθμού των σωστών απαντήσεων που δίνει ο μαθητής. Τέλος, διερευνήθηκε η επιρροή στο τελικό αποτέλεσμα από τη νοητική ηλικία που προκύπτει από τη λεκτική και την πρακτική κλίμακα του WISC-III.

Λέξεις Κλειδιά: Εναλλακτικές ιδέες, Φυσική, Νοητική Αναπτυξιακή Ηλικία

Abstract

This paper presents the results of an empirical research conducted on students of the sixth grade of Primary School of Ioannina city, on perceptions of concepts on mechanics of Physics, in relation to their mental age. The mental age was determined by the WISC-III psychometric tool. The survey results show that there is a linear relationship between mental age and the number of correct answers given by the student. Finally the influence was investigated in the final result, the mental age derived from the verbal and practical scale of WISC-III.

Keywords: Alternative ideas, Physics, Mental Age

Εισαγωγή

Οι περισσότεροι μαθητές υιοθετούν κανόνες και αντιλήψεις για έννοιες και φαινόμενα της Φυσικής που τους υπαγορεύει η διαίσθηση, τα αισθητήρια όργανά τους και η κοινή λογική.

¹ Καθηγητής στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Έτσι εδραιώνονται ισχυρά νοητικά σχήματα τα οποία μεταφέρονται στο σχολείο. Οι περισσότεροι μαθητές υιοθετούν αυτές τις αντιλήψεις διότι έχουν χρησιμοποιηθεί, ελεγχθεί, και επιβεβαιωθεί επανειλημμένα στην ερμηνεία των φυσικών φαινομένων και έτσι εδραιώνονται ισχυρά στον νου τους. Αυτές οι εναλλακτικές ιδέες δεν είναι παράλογες ούτε χαρακτηρίζουν μειοψηφίες μαθητών. Με αυτόν τον τρόπο το παιδί και στη συνέχεια ο μαθητής έχει την ικανότητα να αντιλαμβάνεται φυσικά φαινόμενα, να αιτιολογεί την ύπαρξή τους και να προβλέπει την εξέλιξή τους. Η διαδικασία της πρόβλεψης και κατά συνέπεια της υπόθεσης είναι ένας συμπερασματικός συλλογισμός και είναι μια διαδικασία όπου ο μαθητής καλείται να συνθέσει πληροφορίες από διάφορες έννοιες που προέρχονται από τη διαδικασία της ικανότητας του για παρατήρηση, χρήση παλαιότερων στοιχείων που γνωρίζει και εμπειρικών βιωμάτων που έχει. Η πρόβλεψη οδηγεί στην εξαγωγή συμπερασμάτων και ουσιαστικά των κανόνων που ορίζει ο κάθε μαθητής για την ερμηνεία φυσικών φαινομένων και τη δημιουργία των αντιλήψεων σε έννοιες της Φυσικής. Ουσιαστικά, στη διαδικασία αυτή απαιτούνται τα νοητικά στάδια της ανάλυσης και της σύνθεσης καθώς επίσης και η ικανότητα σύνδεσης των νέων δεδομένων με την υπάρχουσα γνώση. Αυτές οι δύο συνιστώσες εξαρτώνται άμεσα από τη νοητική ανάπτυξη του μαθητή και κατά συνέπεια από τη νοητική του ηλικία. Σε προηγούμενη πιλοτική έρευνα (Παπαδιά και Κώτσης, 2013) είχε προσδιορισθεί ότι για τις έννοιες της δύναμης και του βάρους οι μαθητές με υψηλότερο δείκτη νοημοσύνης απαντούσαν σωστά σε μεγαλύτερο αριθμό ερωτήσεων που τους είχαν τεθεί. Μάλιστα προέκυψε ότι υπάρχει μια γραμμική εξάρτηση των ορθών απαντήσεων με το δείκτη νοημοσύνης των μαθητών. Τίθεται λοιπόν το ερώτημα αν υπάρχει σχέση μεταξύ της νοητικής ηλικίας του μαθητή, η οποία ερευνητικά προσδιορίζεται από το δείκτη νοημοσύνης και των ορθών αντιλήψεων που έχει για έννοιες της φυσικής και ιδιαιτέρως της μηχανικής όπου πρόκειται για τμήμα της Φυσικής κατά το οποίο οι μαθητές έχουν πολλές βιωματικές εμπειρίες.

Για την έρευνα και την αξιολόγηση της νοημοσύνης των παιδιών της παρούσας έρευνας* χρησιμοποιήθηκε η διεθνώς γνωστή κλίμακα WISC-III (Wechsler Intelligence Scale for Children – Third Edition) που στην Ελλάδα σταθμίστηκε και προσαρμόστηκε το 1997 (Γεώργας, Παρασκευόπουλος, Μπεζεβέγκης και Γιαννίτσας, 1997). Το τεστ αυτό καλύπτει παιδιά από ηλικίας 6 ως 16 ετών και 11 μηνών και αποτελείται από 12 δοκιμασίες. Έξι από αυτές τις δοκιμασίες αποτελούν τη λεκτική κλίμακα και άλλες έξι δοκιμασίες αποτελούν την πρακτική κλίμακα. Το παιδί αντιμετωπίζει εναλλάξ τις λεκτικές και τις πρακτικές δοκιμασίες.

* Ο συγγραφέας αισθάνεται την ανάγκη να ευχαριστήσει την κ. Αικατερίνη Παπαδιά McS, για τη χορήγηση του WISC-III στους μαθητές.

Η λεκτική κλίμακα αποτελείται από έξι λεκτικές δραστηριότητες (Πληροφορίες, Ομοιότητες, Αριθμητική, Λεξιλόγιο, Κατανόηση, Μνήμη αριθμών) και εξετάζει τις λεκτικές γνώσεις και την κατανόηση του παιδιού, γνώσεις που συνήθως αποκτώνται μέσω της εκπαίδευσης των παιδιών κυρίως στο σχολείο. Εξετάζει επίσης την ικανότητα του παιδιού να χρησιμοποιεί αυτές τις γνώσεις σε μια καινούρια κατάσταση.

Η πρακτική κλίμακα αποτελείται από έξι πρακτικές δραστηριότητες (Συμπλήρωση εικόνων, Κωδικοποίηση, Σειροθέτηση εικόνων, Σχέδια με κύβους, Συναρμολόγηση εικόνων και Λαβύρινθοι) και εξετάζει την ικανότητα του παιδιού να κατανοήσει και να οργανώσει οπτικά ερεθίσματα μέσα σε περιορισμένο χρονικό διάστημα. Η επίδοση του παιδιού σ' αυτή την κλίμακα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ικανότητά του να χρησιμοποιεί με ευέλικτο τρόπο διάφορες στρατηγικές μεθόδους ώστε να λύσει ένα νέου είδους πρόβλημα. Οι δεξιότητες αυτές αναπτύσσονται ανεξάρτητα από τον κάθε μαθητή και δεν είναι αποτέλεσμα εκπαίδευσης των παιδιών στο σχολείο.

Ο γενικός δείκτης νοημοσύνης προκύπτει από το άθροισμα των δεικτών της λεκτικής και πρακτικής νοημοσύνης. Σύμφωνα με τον Kaufman (1994), όταν το προφίλ του μαθητή δεν εμφανίζει σημαντικές διαφορές μεταξύ λεκτικού και πρακτικού δείκτη νοημοσύνης, τότε ο γενικός δείκτης νοημοσύνης μπορεί να θεωρηθεί ότι περιγράφει επαρκώς το γενικό επίπεδο της νοητικής του λειτουργίας. Ο γενικός δείκτης νοημοσύνης είναι ο σφαιρικότερος, εγκυρότερος και πιο αξιόπιστος δείκτης του επιπέδου νοητικής λειτουργίας του παιδιού που παρέχει το WISC-III. Η επίδοση ενός παιδιού στο τεστ νοημοσύνης έχει προβλεπτική αξία για μια σειρά παραμέτρων. Σύμφωνα με έρευνες, (Neisser, Boodoo, Bouchard, Boykin, Brody, Ceci, Halpern, Loehlin, Perloff, Sternberg & Urbina, 1996), ο δείκτης νοημοσύνης επιτρέπει μια αρκετή καλή πρόβλεψη της σχολικής επίδοσης και θεωρείται από πολλούς ότι αποτελεί μια γενική εκτίμηση των νοητικών ικανοτήτων του παιδιού. Το ελληνικό WISC-III επιτρέπει, επίσης, στον εξεταστή να εκφράσει την επίδοση του παιδιού και με όρους που υποδηλώνουν την αναπτυξιακή – νοητική του ηλικία, η οποία δίνει πληροφορίες για το επίπεδο ανάπτυξης που έχει κατακτήσει το παιδί σε κάθε δεδομένη ηλικία (Μόττη, 1999).

Έρευνα

Ο πληθυσμός της έρευνας ήταν 76 μαθητές της Έκτης Δημοτικού από δύο Δημοτικά σχολεία της πόλης των Ιωαννίνων. Επιλέχθηκε να είναι μαθητές της Στ' Δημοτικού γιατί πρόκειται για μαθητές που έχουν διδαχθεί ήδη έννοιες της Φυσικής τόσο στην προηγούμενη τάξη, όσο και στην Έκτη. Ο σκοπός της έρευνας δεν ήταν να προσδιορισθούν οι αντιλήψεις των μαθητών (αυτό είναι γνωστό χρόνια τώρα από προηγούμενες έρευνες), αλλά σε ποιο αριθμό

ερωτήσεων δίνουν ορθή απάντηση, χωρίς να ενδιαφέρει αν η ερώτηση είναι εύκολη, δύσκολη, ή έχει διδαχθεί η έννοια. Το 48,1% είναι αγόρια και το 51,9% είναι κορίτσια. Οι μαθητές απαντούσαν ατομικά σε ένα ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου 15 ερωτήσεων για την καταγραφή των εναλλακτικών ιδεών τους σε απλές έννοιες της μηχανικής. Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου είχαν χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενες έρευνες για ιδίας ηλικίας μαθητών (Κώτσης και Κολοβός, 2002 · Κώτσης και Βέμης, 2002 · Κώτσης 2011). Στη συνέχεια κάθε μαθητής, για 60-90 λεπτά περίπου υποβλήθηκε στο ελληνικής έκδοσης, ψυχομετρικό εργαλείο του WISC-III, από όπου υπολογίσθηκε ο δείκτης νοημοσύνης του και στη συνέχεια η νοητική του ηλικία.

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS 19. Οι απαντήσεις των μαθητών σε κάθε ερώτηση παρουσιάζονται με τη μορφή πίνακα.

Πίνακας 1

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Πότε ενεργεί μια δύναμη σε ένα σώμα;»

Απάντηση	Ποσοστό των μαθητών (%)
Όταν σπρώχνουμε ένα σώμα και αυτό κινείται	50,6
Όταν σταματάμε ένα σώμα που κινείται	12,7
Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις	35,4

Μόνο το 35,4% των μαθητών δίνει την ορθή απάντηση ενώ πάνω από τους μισούς δίνει τη γνωστή εναλλακτική ιδέα, όπου εσφαλμένα συνδέεται η δύναμη με την κίνηση.

Πίνακας 2

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Πότε ασκείται δύναμη από έναν ποδοσφαιριστή σε μια μπάλα;»

Απάντηση	Ποσοστό των μαθητών (%)
Τη στιγμή που κλωτσά τη μπάλα	73,4
Όταν η μπάλα κινείται προς τα δίχτυα	10,1
Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις	10,1
Σε καμία από τις παραπάνω περιπτώσεις	5,1

Το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών (73,4%) των μαθητών δίνει την ορθή απάντηση.

Πίνακας 3

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Ένα έντομο συνθλίβεται στο μπροστινό τζάμι ενός αυτοκινήτου που κινείται, επειδή το τζάμι του ασκεί μια δύναμη. Το έντομο ασκεί δύναμη στο τζάμι;»

Απάντηση	Ποσοστό των μαθητών (%)
Όχι δεν του ασκεί	55,7
Ναι του ασκεί	43,0

Λιγότεροι από τους μισούς μαθητές (43%) απαντούν σωστά στην παραπάνω ερώτηση, ενώ πάνω από τους μισούς εκφράζουν την αντίληψη ότι εφόσον δεν υπάρχει εμφανές αποτέλεσμα, αυτό αυτομάτως σημαίνει ότι το έντομο δεν ασκεί δύναμη στο τζάμι.

Πίνακας 4

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Ένα τραπέζι σπρώχνει προς τα κάτω το έδαφος. Το έδαφος ομοίως σπρώχνει προς τα πάνω τον τραπέζι».

Απάντηση	Ποσοστό των μαθητών (%)
Σωστό	37,8
Λάθος	60,8

Μόνο το 37,8% των μαθητών δίνει την ορθή απάντηση, ενώ οι περισσότεροι απαντούν πάλι σύμφωνα με τη γνωστή εναλλακτική ιδέα, ότι αφού δεν υπάρχει κίνηση, δεν υπάρχει και δύναμη.

Πίνακας 5

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Το βάρος ενός σώματος είναι:»

Απάντηση	Ποσοστό των μαθητών (%)
Δύναμη	12,7
Χαρακτηριστική ιδιότητα ενός σώματος	22,8
Η μάζα του σώματος	63,3

Η πλειοψηφία των μαθητών (63,3%) απαντά με την κλασσική εναλλακτική ιδέα, ότι βάρος και μάζα είναι ταυτόσημες έννοιες. Μόνο μικρό μέρος των μαθητών (12,7%) δίνει την ορθή επιστημονική απάντηση.

Πίνακας 6

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Ένας άνθρωπος έχει βάρος γιατί:»

Απάντηση	Ποσοστό των μαθητών (%)
Τον πιέζει ο αέρας στη γη	17,7
Τον έλκει η γη	35,4
Τίποτα από τα παραπάνω	45,6

Στην ερώτηση για την προέλευση του βάρους ενός ανθρώπου, μόνο το 35,4% των μαθητών δίνει την ορθή επιστημονική απάντηση, ότι δηλαδή υπάρχει το βάρος λόγω της έλξης από τη γη.

Πίνακας 7

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Όταν κάνουμε δίαιτα, τι στην πραγματικότητα χάνουμε;»

Απάντηση	Ποσοστό των μαθητών (%)
Βάρος	62,0
Μάζα	36,7

Στην ερώτηση αυτή οι 2 στους 3 μαθητές απαντούν λάθος μην μπορώντας να διακρίνουν ότι η μάζα πρώτα χάνεται στη δίαιτα, η οποία συνεπάγεται και ανάλογη μείωση του βάρους.

Πίνακας 8

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Όταν κολυμπάς το βάρος σου:»

Απάντηση	Ποσοστό των μαθητών (%)
Γίνεται μεγαλύτερο στο νερό	17,7
Γίνεται μικρότερο στο νερό	60,8
Δεν αλλάζει	20,3

Η βιωματική εμπειρία των μαθητών, τους οδηγεί σε μεγάλο ποσοστό (60,8%) στο να απαντήσουν λάθος, δηλαδή ότι το βάρος μικραίνει μέσα στο νερό. Μόνο το 20,3% απαντά σωστά ότι το βάρος δεν αλλάζει.

Πίνακας 9

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Στο φεγγάρι η βαρύτητα είναι το 1/6 της βαρύτητας της γης. Μια σοκολάτα:»

Απάντηση	Ποσοστό των μαθητών (%)
Ζυγίζει λιγότερο στη γη απ' ό τι στη σελήνη	28,95
Ζυγίζει περισσότερο στη γη απ' ό τι στη σελήνη	63,16
Ζυγίζει το ίδιο και στη γη και στη σελήνη	7,89

Οι περισσότεροι μαθητές απαντούν σωστά (63,16%) στην ερώτηση αυτή συνδέοντας τη βαρύτητα με το βάρος.

Πίνακας 10

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Στο φεγγάρι η βαρύτητα είναι το 1/6 της βαρύτητας της γης. Ένα μήλο:»

Απάντηση	Ποσοστό των μαθητών (%)
Έχει το ίδιο βάρος στη γη και στη σελήνη	23,68
Έχει την ίδια μάζα στη γη και στη σελήνη	44,74
Έχει ίδιο βάρος και μάζα στη γη και στη σελήνη	31,58

Παραπλήσια ερώτηση με την προηγούμενη, αλλά μόνο το 44,74% των μαθητών απαντούν σωστά, ενώ υπάρχουν μαθητές που δηλώνουν (23,68%) την εναλλακτική ιδέα ότι το βάρος του μήλου είναι το ίδιο και στη γη και στο φεγγάρι.

Πίνακας 11

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Η τριβή παρέχει δύναμη η οποία προωθεί ένα αυτοκίνητο καθώς κινείται σε οριζόντιο δρόμο»

Απάντηση	Ποσοστό των μαθητών (%)
Λάθος	31,58
Σωστό	68,42

Η ερώτηση αυτή απαντάται ορθά από το μεγάλο μέρος των μαθητών (68,42%), επειδή υπάρχει η ανάλογη βιωματική εμπειρία.

Πίνακας 12

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Ένα μήλο είναι στο κλαδί ενός δένδρου κ ένα άλλο πέφτει στο έδαφος. Ποιο από τα δύο μήλα παράγει έργο;»

Απάντηση	Ποσοστό των μαθητών (%)
Αυτό που πέφτει	47,37
Αυτό που είναι στο δέντρο	36,84
Και τα δύο μήλα	15,79
Κανένα από τα δύο	0,00

Κλασική περίπτωση μη διαχωρισμού των εννοιών αποτυπώνεται στην παραπάνω ερώτηση. Το 47,37% των μαθητών δίνει την ορθή απάντηση αλλά υπάρχει και ένα 36,84% που δηλώνει ότι το μήλο στο δέντρο παράγει έργο, προφανώς μη μπορώντας να διαχωρίσουν το έργο με την ενέργεια.

Πίνακας 13

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Δύο αθλητές με το ίδιο βάρος τρέχουν 100 μέτρα. Ποιος καταναλώνει περισσότερη ενέργεια;»

Απάντηση	Ποσοστό των μαθητών (%)
Αυτός που τερματίζει πρώτος	34,21
Αυτός που τερματίζει δεύτερος	15,79
Και οι δύο καταναλώνουν την ίδια ενέργεια	50,00

Μια άλλη κλασική περίπτωση μη διαχωρισμού εννοιών είναι και η παραπάνω ερώτηση. Ενώ ακριβώς οι μισοί απαντούν σωστά, υπάρχει ωστόσο και ένα ποσοστό μαθητών, 34,21%, που απαντά λάθος, το οποίο συγχέει τις έννοιες ενέργεια και ισχύ.

Πίνακας 14

Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Δύο αρσιβαρίστες σηκώνουν το ίδιο βάρος. Ποιος ξοδεύει μεγαλύτερο έργο;»

Απάντηση	Ποσοστό των μαθητών (%)
Αυτός που είναι πιο ψηλός	36,84
Αυτός που είναι πιο κοντός	34,21

Το ίδιο και οι δύο	29,95
--------------------	-------

Μόνο ένας στους τρεις μαθητές απαντά σωστά ότι ξοδεύει μεγαλύτερο έργο ο ψηλός αρσιβαρίστας.

Πίνακας 15

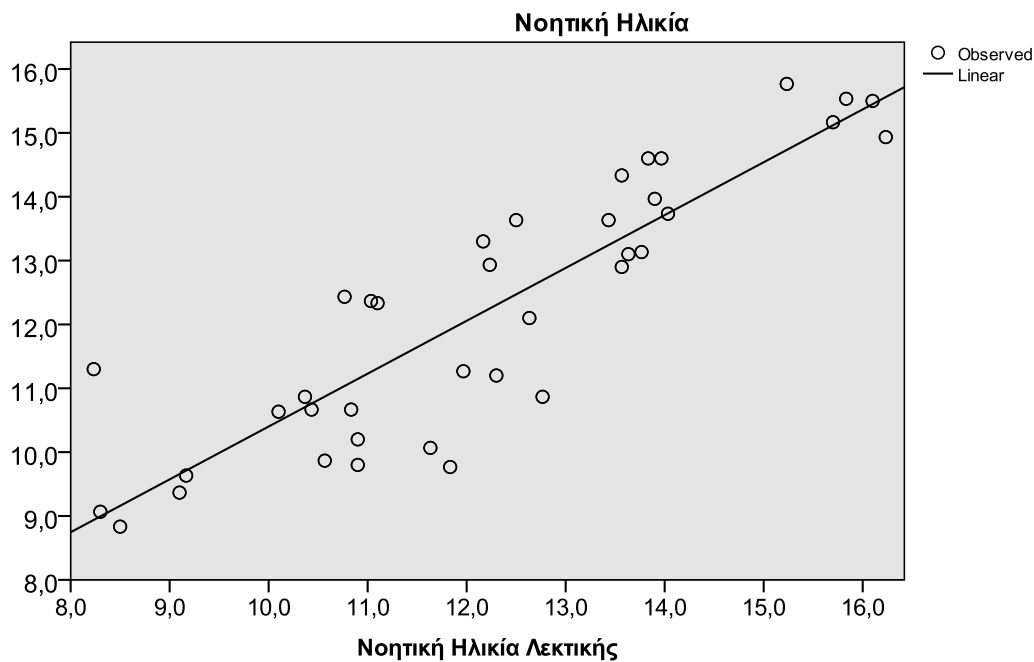
Οι απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Γιατί οι αθλητές που πηδούν μήκος παίζουν φόρα;»

Απάντηση	Ποσοστό των μαθητών (%)
Για να μειώσουν το βάρος του σώματός τους	13,16
Για να μειώσουν την αντίσταση του αέρα	18,42
Για να αποκτήσουν μεγαλύτερη ενέργεια	68,42

Στην παραπάνω ερώτηση η πλειοψηφία των μαθητών απαντά σωστά (68,42%) αφού είναι μια ερώτηση που έχουν αποκτήσει βιωματική εμπειρία.

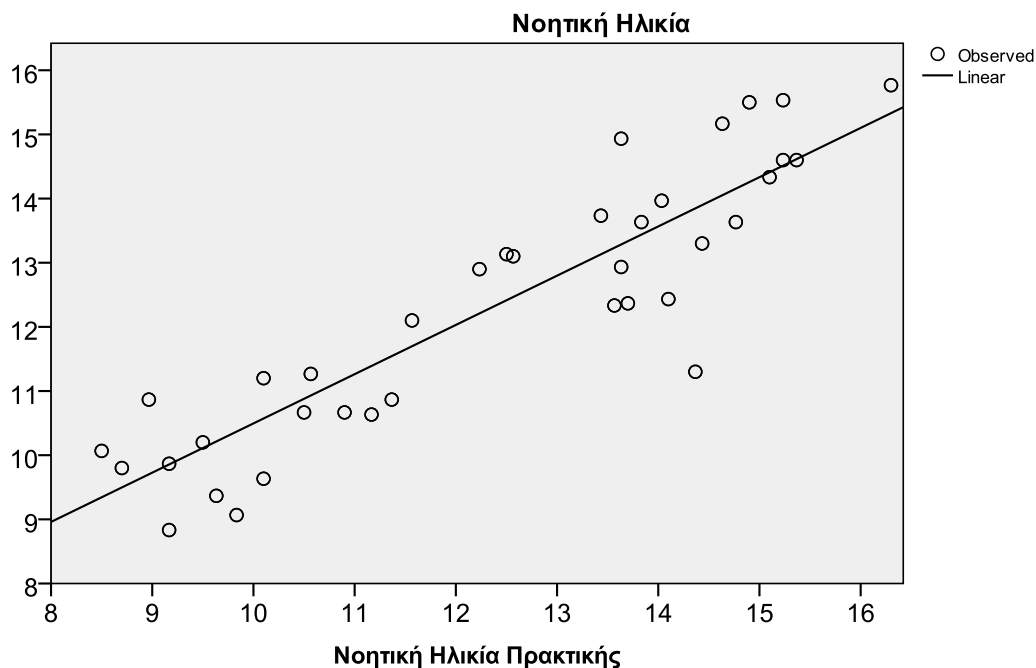
Από την εφαρμογή της ελληνικής έκδοσης της κλίμακας WISC-III, προέκυψε ότι ο μέσος όρος του δείκτη νοημοσύνης των μαθητών του παρόντος δείγματος είναι $101,50 \pm 17,24$, που αντιστοιχεί σε μαθητές με φυσιολογικό δείκτη νοημοσύνης. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι τα όρια του δείκτη νοημοσύνης για όλους τους μαθητές εκτείνονταν σε μια περιοχή από 66 έως 140. Για κάθε μαθητή υπολογίστηκε στη συνέχεια η νοηματική του ηλικία, σύμφωνα με τους σταθμισμένους πίνακες που δίνει το WISC-III.

Αρχικά έγινε ο έλεγχος για να διαπιστωθεί ότι μεταξύ της συνολικής νοητικής αναπτυξιακής ηλικίας και της νοητικής ηλικίας η οποία προκύπτει τόσο από την λεκτική κλίμακα όσο και από την πρακτική, δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές, οπότε μπορεί να θεωρηθεί ότι περιγράφει επαρκώς το γενικό επίπεδο της νοητικής λειτουργίας του μαθητή.



Σχήμα 1. Η γραφική παράσταση της συνολικής νοητικής ηλικίας συναρτήσει της νοητικής αναπτυξιακής ηλικίας η οποία προκύπτει από την λεκτική κλίμακα.

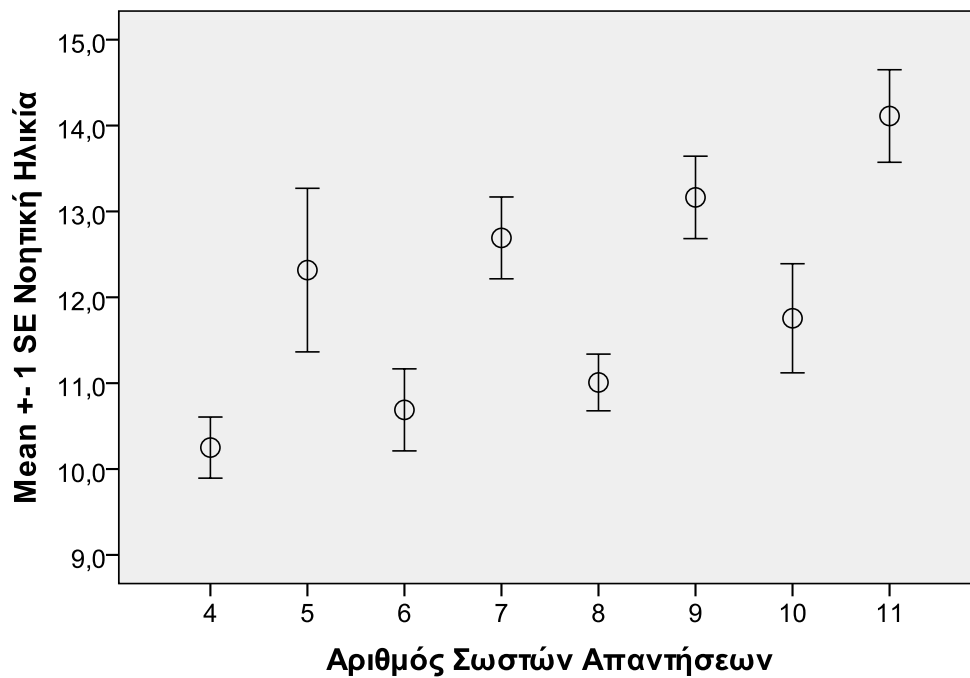
Στο σχήμα 1 παρουσιάζεται η γραφική παράσταση της συνολικής νοητικής ηλικίας συναρτήσει της νοητικής αναπτυξιακής ηλικίας, η οποία προκύπτει από την λεκτική κλίμακα. Η κλίση της ευθείας βρέθηκε ότι είναι $0,88 \pm 0,05$, τιμή πάρα πολύ κοντά στην μονάδα, οπότε δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές για την κλίμακα αυτή.



Σχήμα 2. Η γραφική παράσταση της συνολικής νοητικής ηλικίας συναρτῆσει την νοητικής αναπτυξιακής ηλικίας η οποία προκύπτει από την πρακτική κλίμακα.

Στο σχήμα 2 παρουσιάζεται η γραφική παράσταση της συνολικής νοητικής ηλικίας συναρτῆσει της νοητικής αναπτυξιακής ηλικίας η οποία προκύπτει από την πρακτική κλίμακα. Η κλίση της ευθείας βρέθηκε ότι είναι $0,91 \pm 0,04$, τιμή πάρα πολύ κοντά στην μονάδα, οπότε ούτε και για αυτή την κλίμακα δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές.

Στη συνέχεια καταμετρήθηκαν οι σωστές απαντήσεις που έδωσε ο κάθε μαθητής στο ερωτηματολόγιο. Κατόπιν έγινε η γραφική παράσταση των σωστών απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο, συναρτῆσει του μέσου όρου της νοητικής ηλικίας των μαθητών που έδωσαν αυτόν τον αριθμό απαντήσεων και η ανάλογη γραφική παράσταση φαίνεται στο σχήμα 3.



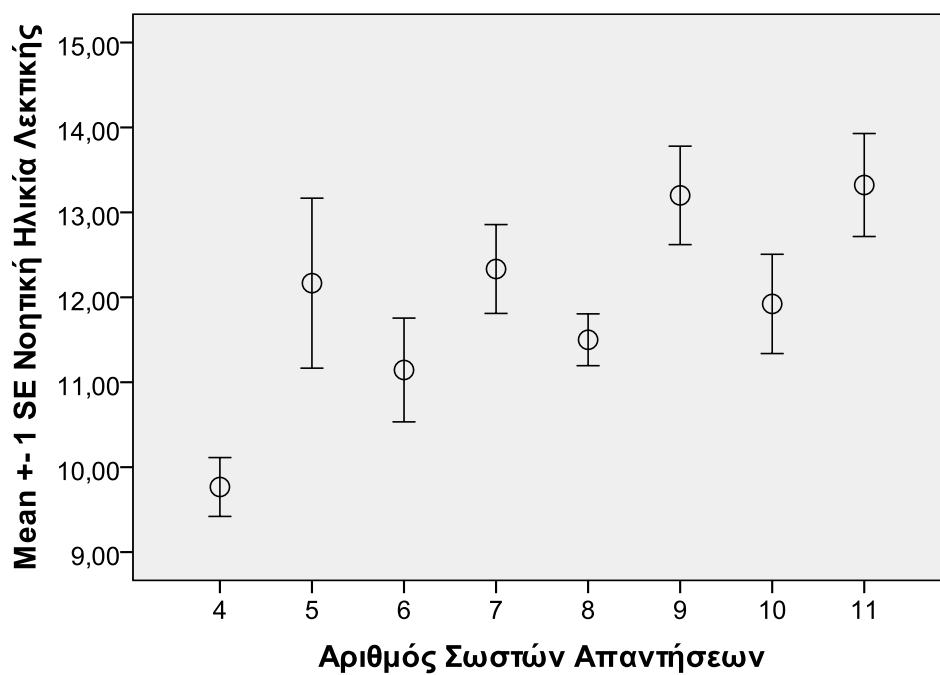
Σχήμα 3. Ο μέσος όρος της νοητικής ηλικίας των μαθητών σε σχέση με τον αριθμό των ορθών απαντήσεων που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο.

Από το διάγραμμα του σχήματος 3 φαίνεται ότι όσο αυξάνεται η νοητική ηλικία ενός μαθητού τόσο απαντά σωστά σε περισσότερες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Η γραμμική σχέση που περιγράφει την καμπύλη του σχήματος 3 είναι της μορφής:

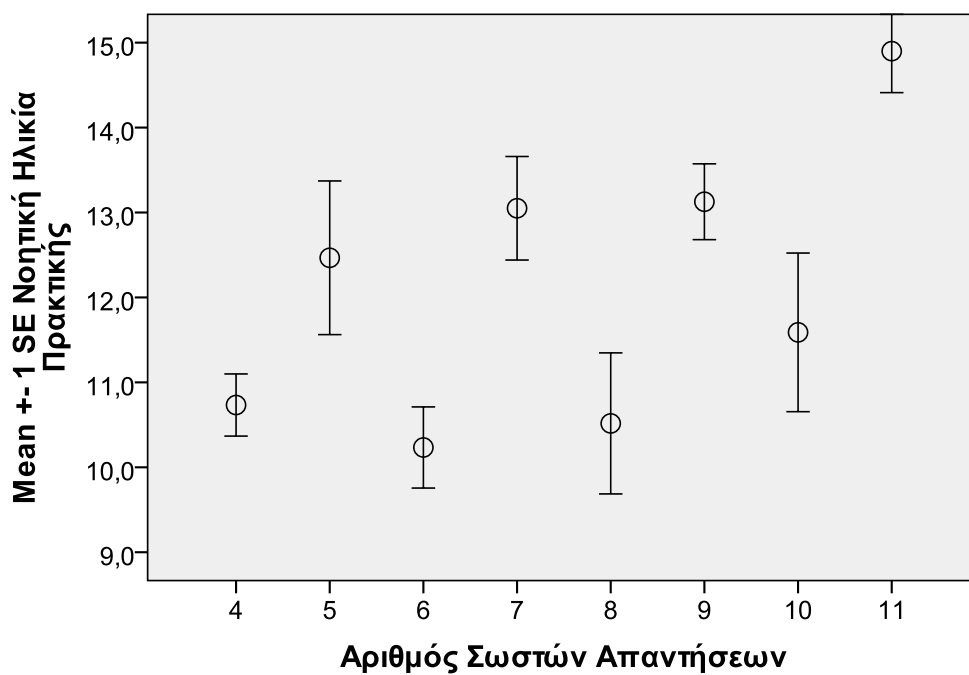
$$\text{Νοητική Ηλικία} = (9,34 \pm 1,28) + (0,36 \pm 0,16) \times (\text{Σωστές Απαντήσεις}) \quad (1)$$

Στη συνέχεια διερευνήθηκε αν κάποια κλίμακα (η λεκτική ή η πρακτική) επηρεάζει περισσότερο τη σχέση που συνδέει την νοητική ηλικία με τις σωστές απαντήσεις των μαθητών. Έγινε η γραφική παράσταση του αριθμού των σωστών απαντήσεων τόσο με τη νοητική ηλικία που προκύπτει από τη λεκτική κλίμακα, δηλαδή από τις έξι λεκτικές δραστηριότητες, οι οποίες εξετάζουν τις λεκτικές γνώσεις και την κατανόηση του παιδιού, γνώσεις που συνήθως αποκτώνται μέσω της εκπαίδευσης των παιδιών κύρια στο σχολείο, όσο και με την νοητική ηλικία που προκύπτει από τη πρακτική κλίμακα, δηλαδή από τις έξι πρακτικές δραστηριότητες, οι οποίες ανιχνεύουν την ικανότητα του παιδιού να χρησιμοποιήσει με ευέλικτο τρόπο διάφορες στρατηγικές μεθόδους ώστε να λύσει ένα νέου είδους πρόβλημα. Οι δεξιότητες αυτές αναπτύσσονται ανεξάρτητα από τον κάθε μαθητή και δεν είναι αποτέλεσμα εκπαίδευσης των παιδιών στο σχολείο.

Η γραφική παράσταση του αριθμού των σωστών απαντήσεων της νοητικής ηλικίας από την λεκτική κλίμακα φαίνεται στο σχήμα 4 και η ανάλογη του αριθμού των σωστών απαντήσεων της νοητικής ηλικίας από την πρακτική κλίμακα φαίνεται στο σχήμα 5.



Σχήμα 4. Η νοητική ηλικία των μαθητών από την Λεκτική κλίμακα σε σχέση με τον αριθμό των ορθών απαντήσεων που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο.



Σχήμα 5. Η νοητική ηλικία των μαθητών από την Πρακτική κλίμακα σε σχέση με τον αριθμό των ορθών απαντήσεων που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο.

Η γραμμική σχέση που περιγράφει την καμπύλη του σχήματος 4, δηλαδή της νοητικής ηλικίας της λεκτικής κλίμακας είναι της μορφής:

$$\text{Νοητική Ηλικία} = (9,36 \pm 1,02) + (0,34 \pm 0,13) \times (\text{Σωστές Απαντήσεις}) \quad (2)$$

Τέλος ,η γραμμική σχέση που περιγράφει την καμπύλη του σχήματος 5, δηλαδή της νοητικής ηλικίας της πρακτικής κλίμακας είναι της μορφής:

$$\text{Νοητική Ηλικία} = (9,31 \pm 1,76) + (0,37 \pm 0,22) \times (\text{Σωστές Απαντήσεις}) \quad (3)$$

Από την σύγκριση των παραμέτρων των σχέσεων (1), (2) και (3) προκύπτει ότι τόσο η νοητική αναπτυξιακή ηλικία από την λεκτική κλίμακα, όσο και από την πρακτική κλίμακα έχουν την ίδια σχέση με τον αριθμό των σωστών απαντήσεων που δίνει ο μαθητής χωρίς να προκύπτει από την παρούσα έρευνα ότι επηρεάζει η μια κλίμακα περισσότερο από την άλλη.

Συμπεράσματα

Από τα ευρήματα της παρούσας έρευνας προκύπτει σαφώς ότι υπάρχει μια σχέση μεταξύ της νοητικής αναπτυξιακής ηλικίας του μαθητή και του αριθμού των σωστών απαντήσεων σε ερωτήσεις για βασικές έννοιες της μηχανικής. Η σχέση αυτή είναι γραμμική και δηλώνει ότι όσο μεγαλύτερη νοητική αναπτυξιακή ηλικία έχει ένας μαθητής τόσο ορθότερα μπορεί να αντιληφθεί κάποια φυσικά φαινόμενα που συνδέονται με έννοιες της δύναμης, του βάρους της ενέργειας, του έργου κ.λπ. Το συμπέρασμα αυτό δεν μπορεί να γενικευθεί ως γενικός κανόνας για όλες τις έννοιες της Φυσικής, ωστόσο ως εύρημα είναι σημαντικό. Επίσης βρέθηκε ότι τόσο η λεκτική κλίμακα όσο και η πρακτική κλίμακα για τον προσδιορισμό της νοητικής αναπτυξιακής ηλικίας συνεισφέρουν εξίσου στη γραμμική σχέση που προσδιορίστηκε. Εκτιμάται ότι η χρήση συνέντευξης θα ήταν καταλληλότερη από τη χρήση του ερωτηματολογίου αλλά θα ήταν μια ιδιαίτερα κουραστική διαδικασία για τους μαθητές, αφού η εφαρμογή και μόνο του WISC-III απαιτούσε 1-1,5 ώρα για κάθε μαθητή. Σίγουρα απαιτείται σε βάθος περαιτέρω έρευνα για να αποτυπώσει κανείς τη σχέση της νοητικής αναπτυξιακής ηλικίας με τον αριθμό των ορθών απαντήσεων των μαθητών σε έννοιες της μηχανικής.

Βιβλιογραφία

- Γεώργας, Δ., Παρασκευόπουλος, Ι., Μπεζεβέγκης, Η., & Γιαννίτσας, Ν.Δ. (1997), *Ελληνικό WISC-III: Οδηγός εξέτασής*, Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Driver, R. (1984), Cognitive psychology and pupil's frameworks in mechanics, in Lijnse (ed.), *The many faces of teaching and learning mechanics in secondary and early tertiary education, Proceedings of conference on physics education, August, Utrecht; GIPERS/SVO/UNESCO, WCC, Utrecht, 1985*, 227.
- Κώτσης, Κ.Θ. και Βέμης, Κ., (2002), Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό για φαινόμενα που στηρίζονται στον τρίτο νόμο του Νεύτωνα, στο *Μαργετουσάκη Αθ. & Μιχαηλίδης Π.Γ (επ.) Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου για την «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Ρέθυμνο*, 257-262.
- Κώτσης, Κ. Θ. και Κολοβός Χ., (2002), Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό στην έννοια της δύναμης, στο *Μαργετουσάκη Αθ. & Μιχαηλίδης Π.Γ (επ.) Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου για την «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», Ρέθυμνο*, 250-256.
- Κώτσης, Κ. Θ., (2011), *Ερευνητική Προσέγγιση του διαχρονικού χαρακτήρα των εναλλακτικών ιδεών στη διδακτική της φυσικής*, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Ιωάννινα.
- Kaufman, A. S. (1994), *Intelligent testing with the WISC-III*, New York: Wiley
- Μόττη-Στεφανίδη, Φ. (1999). *Αξιολόγηση της Νοημοσύνης παιδιών σχολικής ηλικίας και εφήβων. Εγχειρίδιο για ψυχολόγους*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Mullet, E., and Gervais H., (1990), Distinction between the concepts of weight and mass in high school students, *International Journal of Science Education*, 12(2), 217-226
- Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard, T.J., Jr., Boykin, A. W., Brody, N., Ceci, S. J., Halpern, D. F., Loehlin, J. C., Perloff, R., Sternberg, R.J., & Urbina, S. (1996), Νοημοσύνη: Τι είναι γνωστό και τι δεν είναι, (Επιμέλεια ελληνικής μετάφρασης, Α. Ευκλείδη 1997). *Ψυχολογία*, 4 (1), 48-93
- Παπαδιά, Α. και Κώτσης, Κ. Θ., (2013), Σχέση του δείκτη νοημοσύνης με τις εναλλακτικές ιδέες μαθητών Δημοτικού στις έννοιες της δύναμης και του βάρους, στο *Βαβουγιός Δ. & Παρασκευόπουλος Σ. (επ.), Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, Βόλος*, 395-401.

- Roggerio, S, Cartielli, A., Dupre, F. and Vicentini-Missoni, M., (1985), Weight, gravity and air pressure; mental representations by Italian middle-school pupils, *European Journal of Science Education* 7(2), 181-194.
- Silva, W.P. and Silva, C.M.D.P.S., *LAB Fit Curve Fitting Software (Nonlinear Regression and Treatment of Data Program)* V 7.2.48 (1999-2011), online, available at the world wide web at: <www.labfit.net>, date of access: 2015-4-10.
- Sjobery S. and Lie S., (1981), *Ideas about force and movement among Norwegian pupils and students*, Institute of Physics Report Series: Report 81-11, University of Oslo.
- Stead K. and Osborne R., (1980), *Gravity*, LISP Working Paper 20, Science Education Research Unit, University of Waikato, Hamilton, New Zealand.
- Watts D.M., (1982), Gravity – don't take it for granted!, *Physics Education*, 17, 116-121.

Στοιχεία επικοινωνίας

Κώτσης Κωνσταντίνος

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

T.K. 45110, Ιωάννινα

Τηλ: 2651005785

e-mail: kkotsis@cc.uoi.gr