ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης

Τόμ. 1 (2017)

7ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ Π.Τ.Δ.Ε.
ΚΕΝΤΡΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΨΥΧΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Υπό την αιγίδα του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων

7ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

«ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΧΑΡΙΣΜΑΤΙΚΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ»

ΤΟΜΟΣ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ

ISSN: 2529-1157

Σε Συνεργασία με την Ένωση Ελλήνων Φυσικών και την
Ελληνική Μαθηματική Εταιρεία
ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ DIVANICARAVEL
15-18 Ιουνίου 2017

Η επίλυση του κύβου του Ρουμπικ «Rubik'sCube» από μαθητές Δημοτικού

ΓΕΩΡΓΙΑ ΤΣΑΠΑΛΟΥ, ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΝΙΝΟΥ, ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΑΝΑΡΗ

doi: 10.12681/edusc.1754

Βιβλιογραφική αναφορά:

ΤΣΑΠΑΛΟΥ Γ., ΝΙΝΟΥ Κ., & ΚΑΝΑΡΗ Κ. (2019). Η επίλυση του κύβου του Ρουμπικ «Rubik'sCube» από μαθητές Δημοτικού. *Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης*, *1*, 1458–1484. https://doi.org/10.12681/edusc.1754

Η επίλυση του κύβου του Ρουμπικ «Rubik'sCube» από μαθητές Δημοτικού

Τσαπάλου Γεωργία: Τελειόφοιτη Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Σχολής Θετικών Επιστημών, τμήματος Μαθηματικών με ειδίκευση στην Διδακτική και μετεκπαίδευση στην Ειδική ΑγωγήEmail: geotsapalou@gmail.com

Νίνου Κωνσταντίνα: Φιλόλογος Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, με ειδίκευση στην Ειδική Αγωγή
Email: evina_n89@yahoo.gr

Κανάρη Κυριακή:Εκπαιδευτικός Ειδικής Αγωγής,PhD,Med, Διευθύντρια 8ου Δημ.Σχ. Αμαρουσίου
Email:kyriakikanari@gmail.com

Περίληψη

Ο κλασικός κύβος του Rubik είναι ένα τρισδιάστατο πάζλ με μαθηματική δομή που η επίλυσή του απαιτεί την εφαρμογή ενός αλγορίθμου. Ορισμένα άτομα εμφανίζονται ιδιαιτέρως ικανά στην επίλυσή του αφού δρουν μεθοδικά και αποφεύγουν τις τυχαίες και χρονοβόρες κινήσεις που οδηγούν στις $4{,}3X10^{19}$ πιθανές καταστάσεις του κύβου.

Προκαταρκτική έρευνα διεξήχθη σε αστική περιοχή με σκοπό να εξεταστούν οι συγκεκριμένες γνωστικές διαδικασίες που ενεργοποιούνται κατά την επίλυση του κύβου. Στην έρευνα συμμετείχαν 11 δεξιόχειρα παιδιά μέσης ηλικίας 10.01 χρόνων, τα οποία δοκιμάστηκαν στην επίλυση του κύβου 3Χ3 αφού πρώτα εκπαιδεύτηκαν σε αυτήν. Επίσης τους χορηγήθηκαν Δοκιμασίες Αξιολόγησης Γενικής Νοημοσύνης, Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών και Αισθητηριακών Δεξιοτήτων.

Τα ερευνητικά ερωτήματα αφορούσαν τη σχέση της ταχύτητας επίλυσης του κύβου με i) τη νοημοσύνη, ii) τις γλωσσικές δεξιότητες, iii) τη λεπτή κινητικότητα και iv) το χρόνο εκπαίδευσης στην επίλυση του κύβου.

Τα ευρήματα της μελέτης έδειξαν ότι η ταχύτητα επίλυσης του κύβου σχετίζεται θετικά με τη μη λεκτική νοημοσύνη και τη λεπτή κινητικότητα, ενώ η μειωμένη ταχύτητα επίλυσης σχετίζεται με τις γλωσσικές δυσκολίες. Επιπρόσθετα ευρέθη ότι η διάρκεια εκπαίδευσης στην επίλυση του κύβου δε σχετίζεται με τη νοημοσύνη ωστόσο σχετίζεται αρνητικά, σε στατιστικά σημαντικό βαθμό, με τις κινητικές δεξιότητες.

Συμπερασματικά, η πιλοτική εμπειρική έρευνα ανέδειξε ότι η επίλυση του κύβου ποικίλει ανάμεσα σε άτομα με διαφορετική γνωστική δυναμική χωρίς ωστόσο να μπορεί να προσδιοριστεί έγκυρα η αιτιολογία. Το θέμα χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση με μεγαλύτερο δείγμα και τον έλεγχο εκείνων των εξωγενών μεταβλητών που επηρεάζουν τα άτομα τόσο κατά την εκμάθηση όσο κατά την επίλυσή του με απώτερο σκοπό την αξιοποίηση του κύβου Rubik στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Λέξεις-Κλειδιά: Κύβος Rubik, αλγόριθμος, νοημοσύνη, γλωσσικές δεξιότητες, λεπτή κινητικότητα

Abstract

The original Rubik's Cube is a 3-D puzzle with mathematical structure which demands an algorithm procedure for its solution. Certain people appear to be highly capable in solving it since they act methodically and avoid accidental or time consuming hand movements which lead to $4{,}3X10^{19}$ possible ways of solving the cube.

A preliminary study conducted in an urban area in order to analyze specific cognitive processes which are activated during the solution of Rubik'sCube. The subjects of the research were 11 right-handed children with an average age of 10,01, who were tested on solving the cube 3x3 after having been trained on how to do it. They were also given tests measuring the general intelligence, special learning difficulties and sensory-motor skills.

The research questions examined the correlation between the speed of cube's solving and i) intelligence, ii) verbal skills, iii) fine motor skills and iv) the time of training.

The findings of research showed that the speed required to solve the cube correlates positively with the non- verbal intelligence and fine motor skills,while it correlates negatively with the language impairment. In addition it was found that theextend of training does not correlate with intelligence whereas there is a negative correlation with fine motor skills to a statistically significant degree.

In conclusion, the pilot experiential investigation showed that the way of solving the cube varies among people who have different cognitive dynamic while the etiology wasn't determinable. This issue needs further investigation with a larger sample and the control of these exogenous variables which influence the people during the training as well as during the solving process. The ultimate goal is the utilization of Rubik's cube in the learning process.

Keywords: Rubik's Cube, algorithm, intelligence, linguistic skills, fine motor skills

Εισαγωγή

Η παρούσα προκαταρκτική έρευνα εκπονήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος Ετήσιας Εξειδίκευσης στην Ειδική Αγωγή του ΕθνικούΚαποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών υπό την επίβλεψη του καθηγητή ψυχοφυσιολογίας Παπαδάτου Γιάννη και την υποστήριξη της Δρ Κανάρη Κυριακής. Το θέμα της έρευνας είναι η επίλυση του κύβου του Ρουμπικ «Rubik'sCube» από μαθητές Δημοτικού.

1. ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Η ιδέα της παρούσας μελέτης προήλθε από την ανάγκη ενίσχυσης της συγκέντρωσης των παιδιών στη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η ενσωμάτωση ενός παιχνιδιού-παζλ σε αυτή θεωρήθηκε ότι ίσως βοηθούσε στην επίτευξη της συγκέντρωσής τους σε δύσκολα μαθήματα, όπως τα Μαθηματικά και τη

Γλώσσα. Ο Rubik's Cube βρίσκεται ανάμεσα στα πιο δημοφιλή παζλ και ένα τέτοιο παιχνίδι ίσως μπορεί να εξιτάρει τους μαθητές, αλλά ταυτόχρονα να τους βοηθήσει να κατανοήσουν τη σημαντικότητα των αλγορίθμων όπως για παράδειγμα των σταδίων στην επίλυση ενός προβλήματος. Κάνοντας μία μικρή παρέμβαση σε κάποιους μαθητές παρατηρήθηκε πως ο κύβος διαθέτει μια δυναμική που όντως συναρπάζει τους μαθητές. Πίσω από την επίλυσή του όμως, εντοπίστηκε ότι ενδέχεται να απαιτούνται δεξιότητες για την υλοποίησή της. Συνεπώς, η παρούσα έρευνα εστίασε, μέσω της προβληματικής του puzzle, στον εντοπισμό εκείνων των δεξιοτήτων που απαιτούνται για την επίλυση του Rubik's Cube και καθιστά ορισμένα άτομαικανά να τον επιλύουν σε κλάσματα δευτερολέπτου.

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν αφορούσαν κυρίως τον δημιουργό του παζλ, την αιτία δημιουργίας του, την επίλυση του κύβου, τα στάδια επίλυσης,ρεκόρ επίλυσης, εφαρμογές για την τεχνητή νοημοσύνη, τα ψηφιακά συστήματα και την αυτόνομη οδήγηση.Εντοπίστηκανκενάστη βιβλιογραφία που καλύπτουν το θέμα της παρούσας έρευνας και αυτό την καθιστά πρωτότυπη. Η μελέτη εστιάστηκε στην εξέταση των γνωστικών διαδικασιών που ενεργοποιούνται κατά την επίλυση τουRubik'sCube. Για να λυθεί oRubik'sCubeφαίνεται ότι απαιτούνται δεξιότητες οπτικές, χωρικές, αναγνώρισης, οργάνωσης, επεξεργασίας και ανάκλησης πληροφοριών. Η νοημοσύνη παρά το ότι είναι ανεξάρτητη από τη μαθηματική ικανότητα, έρευνες δείχνουν ότι η πρώτη, οι προφορικές δεξιότητες και οι οπτικό-χωρικές δεξιότητες σχετίζονται με τη μαθηματική επίδοση (Fleischner, 1994).Τα παιδιά με προβλήματα στην αντίληψη του χώρου, δυσκολεύονται στο να αντιληφθούν τις οπτικές διαφορές, να αναγνωρίσουν και να ερμηνεύσουν τα αντικείμενα του χώρου, να τα ακολουθήσουν οπτικά, να διακρίνουν το δεξί από το αριστερό (Παντελιάδου&Μπότσας, 2007). Επιπλέον, τα παιδιά αυτά δυσκολεύονται στην ακολουθία σύνθετων οδηγιών, στην αντίληψη και διάκριση σύνθετων μορφών και σχημάτων (Πολυχρόνη, 2006). Οι AllowayT.P., AllowayR.G., 2010, Allowayetal 2009 βρήκαν ότι η εργαζόμενη μνήμη δεν είναι απλά μια ένδειξη για το δείκτη ευφυΐας, αλλά ένα διαφορετικό μέτρο πρόβλεψης για τα μαθησιακά αποτελέσματα.Ο Rubik'sCubeαπαιτεί αυτοματοποίηση, μια δεξιότητα που αποκτάται μετά από εξάσκηση και χρόνο ανάλογα με το επίπεδο δυσκολίας της ενέργειας και την ιδιαιτερότητα του κάθε ατόμου. Υπάρχουν ενδείξεις ότι τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες δυσκολεύονται κατά την εκτέλεση μιας ενέργειας σωστά και με ευχέρεια χωρίς την απόλυτη συμμετοχή της προσοχής, της σκέψης και της συγκέντρωσης. Τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα παιχνίδια μπορούν να λειτουργήσουν ως εκπαιδευτικά εργαλεία γιατί παρέχουν ένα μεγάλο εύρος εννοιών μέσω της επαναλαμβανόμενης αναπαραγωγής της πλαισιωμένης εκπαιδευτικής πληροφορίας, της εκπαίδευσης σε δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων[Gee,(2003),Rieber, (2005), Gros, (2007)].Παρόλα αυτά, οι μαθησιακές δυσκολίες (γλωσσικές) που έχουν πολλά παιδιά αλληλεπιδρούν με την ικανότητά

τους να επιλύουν προβλήματα που περιλαμβάνουν εκφώνηση (Miller&Mercer, 1997).

3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ – ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

3.1 Σκοπός – Αναγκαιότητά Έρευνας

Σκοπός της έρευνας είναι ο προσδιορισμός των γνωστικών διαδικασιών που ενεργοποιούνται κατά την επίλυση του κύβου ώστε να προσεγγιστεί η αιτιολογία που ορισμένα άτομα εμφανίζονται ιδιαιτέρως ικανά στην επίλυση του κύβου.

3.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Για τους σκοπούς αυτούς και με βάση τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, τα ερευνητικά ερωτήματα αφορούν στη σχέση της ταχύτητας επίλυσης του κύβου με:

i. τη μη λεκτική νοημοσύνη

ii. τις γλωσσικές δεξιότητες

iii. τη λεπτή κινητικότητα

iv. το χρόνο εκπαίδευσης στην επίλυση του κύβου

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.0 Συνοπτική Περιγραφή της Ερευνητικής Διαδικασίας

Με σκοπό την ανακάλυψη απαντήσεων στα ερευνητικά ερωτήματα,προβήκαμε σε προκαταρκτική (πιλοτική) έρευνα σε μια αστική περιοχή. Η έρευνα διενεργήθηκε στον Νομό Αττικής την περίοδο Δεκέμβριος 2016–Μάιος 2017. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 11 δεξιόχειρα παιδιά που φοιτούσαν σε δημοτικά σχολεία. Προκειμένου να ολοκληρωθεί η διαδικασία επίλυσης τουκύβου και να ανακαλυφθούν οι δεξιότητες που απαιτούνται για αυτή, πραγματοποιήθηκαν 8 τουλάχιστον συναντήσεις με κάθε παιδί στο χώρο τους. Αρχικά, αντλήθηκαν πληροφορίες για τους βαθμούς των παιδιών στα μαθήματα των Μαθηματικών και της Γλώσσας.Έπειτα έγινε ενημέρωση παιδιών και γονέων σχετικά με τον Rubik’s Cube και τη διαδικασία που θα ακολουθηθεί για την επίλυσή του. Επισημάνθηκαν οι σκοποί της έρευνας και η διασφάλιση της ανωνυμίας των συμμετεχόντων. Τα παιδιά συμμετείχαν εθελοντικά στην έρευνα και δεν υπήρχε κάποιο αντάλλαγμα για την συμμετοχή τους. Στη συνέχεια οι γονείς των παιδιών ενέκριναν ή όχι τη συμμετοχή των παιδιών τους στην παρούσα μελέτη. Οι επόμενες συναντήσεις αφορούσαντην εκπαίδευση των παιδιών βήμα-βήμα στην επίλυση του κύβου, η οποία λύση δινόταν στα παιδιά και χωρίστηκε σε 7 επιμέρους στάδια. Σε κάθε συνάντηση γινόταν καταμέτρηση του χρόνου επίτευξης ή επισημαίνονταν η μη επίτευξη, καθώς και τα λάθη ή τα εμπόδια που συναντούσαν τα παιδιά. Ο χρόνος που αφιερώθηκε για την κάθε συνάντηση/παιδί κυμαινόταν από μισή ώρα εως και 2 ώρες,ανάλογα την περίπτωση. Αυτό αποδεικνύει και τις δυσκολίες που εμφανίστηκαν κατά τη διαδικασία, παρά το γεγονός ότι

επιδεικνύονταν η λύση. Μετά την ολοκλήρωση της συλλογής των δεδομένων ακολουθήθηκε η καταχώρηση και η στατιστική τους ανάλυση. Η έρευνα αυτή λόγω του μικρού δείγματος δεν μπορεί να έχει γενικεύσιμα αποτελέσματα.

4.1 Συμμετέχοντες

Πειραματική ομάδα της παρούσας έρευνας αποτέλεσαν 11 δεξιόχειρα παιδιά (6 αγόρια και 5 κορίτσια) ηλικίας από 7,7 έως και 12,1 ετών. Ο μέσος όρος ηλικίας των παιδιών ήταν 10,01 έτη. Σημειώνεται ότι ο αρχικός πληθυσμός της μελέτης ήταν 60 παιδιά που φοιτούν σε δημοτικά σχολεία του Αμαρουσίου και της Πετρούπολης Αττικής. Η αρχή έγινε με τα 21 από αυτά, όμως τελικά έμειναν μέχρι τέλους τα 11. Οι συναντήσεις με τα παιδιά έπρεπε να είναι συχνές και δεν συμβάδιζαν με τα προγράμματα όλων των παιδιών. Οι βαθμολογίες των παιδιών που επιλέχθηκαν ήταν Α ή Β στα μαθήματα της Γλώσσας και των Μαθηματικών. Σε όλα τα παιδιά δίδονταν πληροφορίες λεκτικές αλλά και οπτικές, καθώς τα μικρότερα παιδιά που είναι στην χρονολογική ηλικία κάτω από 9 ετών προτιμούν την οπτική κωδικοποίηση, ακόμη και όταν είναι διαθέσιμη η φωνολογική κωδικοποίηση (Hitchetal, 1988;Hitch,Woodin&Baker,1989; Walker,Hitch,Doyle&Porter, 1994). Από την άλλη πλευρά, τα παιδιά που είναι πάνω από 9 έτη είναι ικανά να χρησιμοποιούν τη φωνολογική κωδικοποίηση και στρατηγικές που περιέχουν φωνολογική αλλά και οπτική-χωρική κωδικοποίηση (McKenzieetal,2003). Το δείγμα τελικά αποτέλεσαν 3 παιδιά μικρότερα ή ίσα των 9 ετών και 8 παιδιά μεγαλύτερα των 9 ετών. Τα παιδιά δοκιμάστηκαν στην επίλυση του κύβου 3Χ3 αφού πρώτα εκπαιδεύτηκαν σε αυτήν.

4.2 Μέσα συλλογής δεδομένων

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας χορηγήθηκαν στα παιδιά 3 δοκιμασίες και τους παρείχαμε ένα Rubik’sCube3x3. Συγκεκριμένα:

1. ΈγχρωμεςΠροοδευτικέςΜήτρεςRaven (ColoredProgressiveMatricestest-preparedbyJCRaven)
2. Διαγνωστικόεργαλείοανίχνευσηςδυσλεξίας Bangor Dyslexia Test (Miles,1983)
3. Αισθητηριακό τεστ (όραση-ακοή–κινητικότητα)
4. Κύβος Rubik 3x3

Εν συνεχεία,αναφέρεταιη κάθε δοκιμασία και η χρησιμότητά της στην παρούσα έρευνα.

1)Οι Έγχρωμες Προοδευτικές Μήτρες Raven περιλαμβάνουν 36 προβλήματα χωρισμένα σε τρία set (A,AB,B) των 12 δοκιμασιών. Τα προβλήματα παρουσιάζονται υπό μορφή μήτρας 3χ3 η οποία περιέχει είτε γεωμετρικά σχήματα είτε σχέδια. Όσον αφορά τα σχέδια υπάρχει κάποιου είδους λογική ακολουθία η οποία περιγράφεται από κάποιο κανόνα ή κανόνες που καθορίζουν την πρόοδο των σχεδίων κατά μήκος των σειρών ή των στηλών και αυτούς καλείται το παιδί να ανακαλύψει. Το τελευταίο φατνίο της μήτρας αφήνεται κενό και από το παιδί ζητείται

να βρει ποιο από τα 6 σχέδια που υπάρχουν κάτω από τη μήτρα ταιριάζει ώστε να συμπληρωθεί κατάλληλα το κενό φατνίο. Πριν την έναρξη της δοκιμασίας εξηγούνταν στο παιδί το έργο που επρόκειτο να εκτελέσει. Οι έγχρωμες προοδευτικές μήτρες μετρούν τη μη λεκτική ικανότητα του ατόμου να εξάγει συμπεράσματα σε οπτικό-χωρικό πλαίσιο. Ο κύβος αποτελεί τρισδιάστατο αντικείμενο που απαιτεί από τα παιδιά να έχουν αναπτυγμένη οπτική-χωρική αντίληψη. Σκοπός της χορήγησης του τεστ Raven είναι να εξεταστεί η αναλυτική ικανότητα των παιδιών σε συνδυασμό με την αίσθηση της όρασης-συμμετρίας καθώς και της ικανότητάς τους να μπορούν να συσχετίζουν σύμβολα και σχήματα μεταξύ τους. Η κλίμακα Raven,αποτελείται από 216 διαφορετικά σχέδια και προσφέρει αρκετές πληροφορίες για θεωρητικές και πειραματικές αναλύσεις της συμπεριφοράς που επιδεικνύεται κατά την επίλυση του προβλήματος (Court&Raven,1982).

2)Το Bangor Dyslexia Test είναι ένα σταθμισμένο διαγνωστικό τεστ αξιολόγησης το οποίο χορηγήθηκε για να διαπιστωθεί η ύπαρξη ή μη παιδιών που εμφανίζουν χαρακτηριστικά των δυσλεξικών. Μια τέτοια περίπτωση πιθανότατα να αποτελούσε ένα επιπλέον εμπόδιοστην επίλυση του κύβου, ανεξάρτητα από τις εκάστοτε δυσκολίες που εμφανίζει ο Rubik’s Cube ως πάζλ. Το Bangor Dyslexia Test δεν αποτελεί ένα αξιόπιστο μέσο για την διάγνωση της δυσλεξίας,αλλά συμβάλλει στη διαγνωστική διαδικασία. Το τεστ χρησιμοποιήθηκε για να αποσαφηνίσει όψεις της πραγματικής κατάστασης του παιδιού σε ότι αφορά στην ικανότητά του να μαθαίνει και πως η τελευταία μπορεί να βοηθήσει στην ταχύτερη επίλυση του κύβου.

Το Bangor Dyslexia Test αποτελείται από τις εξής δοκιμασίες:

1.έλεγχος επίγνωσης αριστερού-δεξιού χεριού (προσανατολισμός στο χώρο).

2.έλεγχος ιστορικού τραυλισμού

3.έλεγχος χρήσης ειδικών στρατηγικών κατά τη πράξη της αφαίρεσης

4.έλεγχος επιτυχούς απαγγελίας της προπαίδειας

5.Η σειρά των μηνών

6.Οι μήνες αντίστροφα

7.Ψηφία εμπρός

8.Ψηφία αντίστροφα (έλεγχος δυσκολιών στην απομνημόνευση τηλεφωνικών αριθμών ή οδηγιών).

9.χορήγησηλέξεων που περιλαμβάνουν τα γράμματα β-θ-έλεγχος σύγχυσης και ορθογραφίας

10.αναζήτηση πιθανών παρόμοιων δυσκολιών προερχόμενων από την οικογένεια του παιδιού.

3)Η λεπτή κινητικότητα είναι μια βασική κινητική δεξιότητα, που απαιτεί συντονισμό και έλεγχο μικρών μυϊκών ομάδων. Οι δραστηριότητες λεπτής κινητικότητας όπως η επίλυση του κύβου, βοηθούν τα παιδιά να χρησιμοποιήσουν τα χέρια τους με επιδεξιότητα επιτυγχάνοντας συντονισμό οπτικής-κινητικής αντίληψης και λεπτών κινήσεων των χεριών. Σκοπός του τεστ κινητικότητας είναι ο καθορισμός του βαθμού κινητικότητας που έχει ο μαθητής. Χαμηλοί βαθμοί πιθανόν να οφείλονται σε ελλειμματική όραση, σε ανωριμότητα, ανεπαρκή προσανατολισμό στο χώρο ή αστάθεια που οφείλεται σε συναισθηματική ένταση. Αναλυτική μελέτη των αποτελεσμάτων αυτού του τεστ θα μας βοηθήσει στον εντοπισμό της αισθητηριακής ανάπτυξης και της ωριμότητας του νευρικού συστήματος του εξεταζόμενου.

4)Ιστορική αναδρομή: Ανάμεσα στα δημοφιλή παιχνίδια του κόσμου είναι και oRubik’sCube, ένα τρισδιάστατο μηχανικό πάζλ (Εικόνα 1.).Ο δημιουργός του κύβου είναι ο Ούγγρος γλύπτης και καθηγητής της αρχιτεκτονικής Erno Rubik, ο οποίος γεννήθηκε το 1944.Το 1970 ο Erno δούλευε στο τμήμα καλών τεχνών και σχεδίου του Πανεπιστημίου της Βουδαπέστης και προσπαθούσε να ανακαλύψει μια μέθοδο για να βοηθήσει τους μαθητές του να καταλάβουν τα τρισδιάστατα αντικείμενα και έτσι δημιούργησε τον κύβο που αρχικά ονόμασε «Μαγικό Κύβο». Το 1975 κατοχύρωσε τον κύβο στην Ουγγαρία. Ο Rubik’sCube είναι το πάζλ με τις μεγαλύτερες πωλήσεις στην ιστορία, αφού έχουν πουληθεί παγκοσμίως περισσότεροι από 300.000.000 κύβοι.

Εικόνα 1. Rubik’sCube

Στην Ελλάδα κατασκευάζεται ο «V-CUBE» που είναι μια ελληνική πατέντα κατοχυρωμένη από τον Έλληνα μηχανικό Παναγιώτη Βέρντη (Εικόνα 2.).

Εικόνα 2. Κύβος V-CUBE

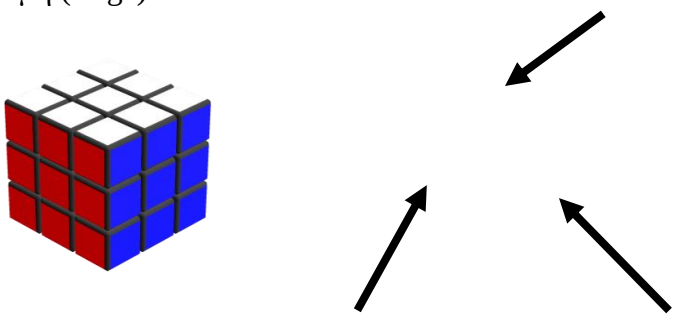
4.3 Διαδικασία

Ένας κλασικός κύβος Rubik 3X3X3 αποτελείται από 27 μικρότερους κύβους (κυβάκια). Από αυτούς οι 26 είναι ορατοί και 1 κρυφός στο κέντρο που αποτελεί το μηχανισμό περιστροφής που είναι υπεύθυνος για την περιστροφή των εδρών με αποτέλεσμα να συγχέονται τα χρώματα. Ο κύβος διαθέτει 6 έδρες που η καθεμιά είναι καλυμμένη από 9 εξάχρωμα αυτοκόλλητα (λευκό, κόκκινο, κίτρινο, πράσινο, μπλε και πορτοκαλί). Για να λυθεί πρέπει κάθε έδρα του να αποτελείται αποκλειστικά από αυτοκόλλητα του ίδιου χρώματος. Όταν τα χρώματα συγχέονται τότε χαλάει η αρχική χρωματική ομοιομορφία του κύβου (Εικόνα 1.) και παρατηρείται ότι κάθε προσπάθεια να επανέλθει ο κύβος στην αρχική του κατάσταση (Εικόνα 3.) είναι μία από τις $4.3x10^{19}$ πιθανές καταστάσεις του, ώστε είναι αδύνατο να επιλυθεί επιχειρώντας τυχαίες κινήσεις.

Δομή του κύβου

Ο κύβος αποτελείται από 8 γωνίες,12 ακμές και 6 κέντρα.

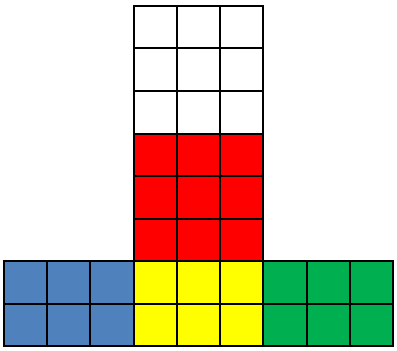
Ακμή (Edge)

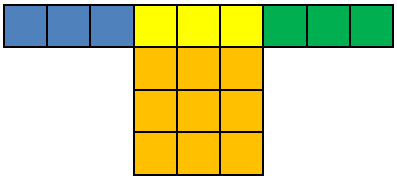


Κέντρο (Center) Γωνία (Corner)

Εικόνα 3. Τα διαφορετικά είδη από κυβάκια που αποτελείται ο κύβος

Οι γωνίες καλύπτονται από τρία διαφορετικά χρώματα, οι ακμές από δύο και τα κέντρα από ένα χρώμα. Όταν τα κυβάκια περιστρέφονται, οι έδρες αλλάζουν θέσεις αλλά όχι είδος. Τα κέντρα καθορίζουν το χρώμα ολόκληρης της έδρας. Παραδοσιακά, το κόκκινο κέντρο βρίσκεται απέναντι από το πορτοκαλί, το άσπρο απέναντι από το κίτρινο και το μπλε απέναντι από το πράσινο κέντρο.





Εικόνα (4): Ανάπτυγμα του κύβου

Ο κύβος λύνεται εφαρμόζοντας μια σαφώς καθορισμένη και πεπερασμένη σε αριθμό ακολουθία κινήσεων, δηλαδή έναν αλγόριθμο. Από την εμφάνιση του κύβου μέχρι και σήμερα έχουν αναπτυχθεί πάρα πολλοί αλγόριθμοι οι οποίοι οδηγούν στη λύση του. Ο μέσος όρος των κινήσεων όλων αυτών των αλγορίθμων έχει υπολογιστεί στις 55. Ο Τόμας Ροκίκι απέδειξε ότι απαιτούνται το πολύ 22 κινήσεις για να λυθεί το παζλ από οποιαδήποτε αρχική θέση. Ο ελάχιστος αριθμός κινήσεων σήμερα είναι 20 και θεωρείται αριθμός του Θεού μιας και μόνο ένα όν με υπερφυσικές δυνάμεις θα είναι σε θέση κάθε φορά να εντοπίσει και να εφαρμόσει το maximum των 20 κινήσεων για να επαναφέρει τον κύβο στην αρχική του κατάσταση.

Αλγόριθμος επίλυσης του κύβου

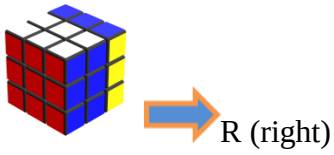
Ο αλγόριθμος που εφαρμόστηκε χωρίστηκε σε 7 επιμέρους στάδια και επιλέχθηκε λόγω της σταδιακής αυξανόμενης δυσκολίας των σταδίων που απαιτούνταν για να εμφανιστεί ο κύβος σε λυμένη μορφή.Τα στάδια δόθηκαν ως μια ακολουθία από κινήσεις και η εφαρμογή κάθε σταδίου απαιτούσε την υλοποίηση του προηγούμενου σταδίου πρώτα.

Οι κινήσεις έχουν τις εξής ιδιότητες:

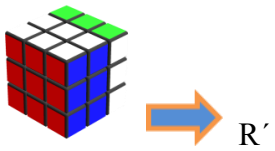
- ✓ γίνονται σύμφωνα με την κατεύθυνση των δεικτών του ρολογιού, θεωρώντας ότι βλέπουμε μπροστά μας τη πλευρά που κινούμε.
- ✓ γίνονται με φορά αντίστροφη των δεικτών του ρολογιού, όταν ακολουθούνται από τόνο (΄).
- ✓ δεν επιφέρουν καμία απολύτως αλλαγή στον κύβο, όταν ακολουθούνται από αντίστροφές τους πχ RR΄.
- ✓ εφαρμόζονται τόσες φορές όσες δείχνει ο αριθμός που βρίσκεται κάτω δεξιά, πχ η κίνηση R_2 γίνεται με τη φορά των δεικτών του ρολογιού δύο φορές.

Επεξήγηση βασικών κινήσεων

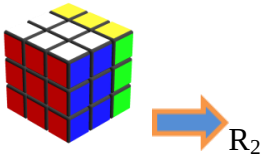
Παρακάτω παρουσιάζονται σε 3-D οι διαφορετικές κινήσεις που εμφανίζονται στους αλγορίθμους. Ο κύβος είναι αρχικά σε λυμένη μορφή (Εικόνα 3.).



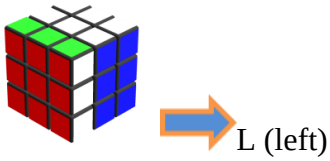
Εικόνα 5. Κίνηση R



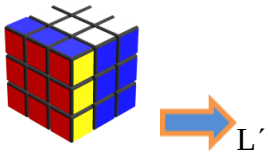
Εικόνα6. Κίνηση R´



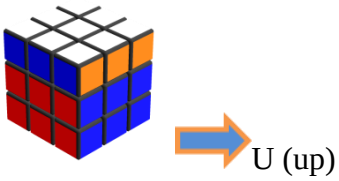
Εικόνα7. Κίνηση R_2



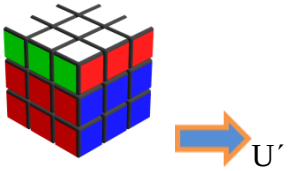
Εικόνα8. Κίνηση L



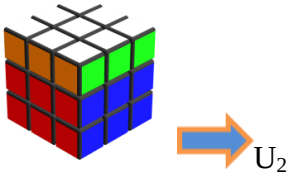
Εικόνα 9. Κίνηση L´



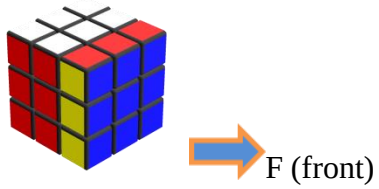
Εικόνα 10. Κίνηση U



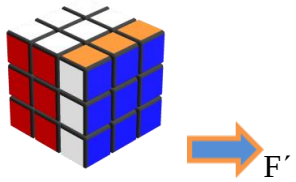
Εικόνα 11. Κίνηση U´



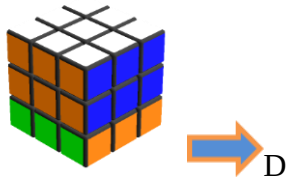
Εικόνα 12. Κίνηση U_2



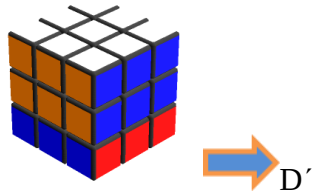
Εικόνα 13. Κίνηση F



Εικόνα 14. Κίνηση F΄



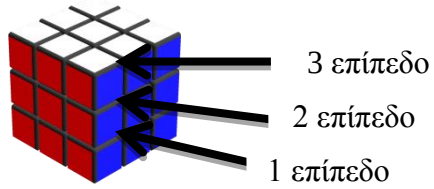
Εικόνα 15. Κίνηση D



Εικόνα 16. Κίνηση D΄

Στάδια επίλυσης του κύβου

Η αρχή γίνεται με τον κύβο να είναι σε άλυτη μορφή (Εικόνα 1.).



Στάδιο 1

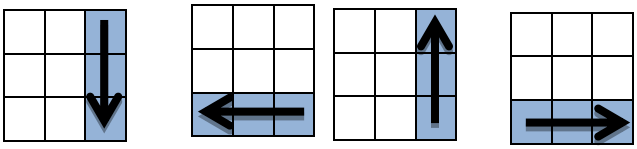
Δημιουργία άσπρου σταυρού

Συνήθως,οι speedcubers επιλέγουν τη λευκή έδρα για να ξεκινήσουν, δηλαδή δημιουργούν πρώτα το λευκό σταυρό.Τα παιδιάέπρεπε να παρατηρήσουν τα χρώματα από τις ακμές που περιέχουν άσπρο χρώμα και πως θα τοποθετηθούν στη σωστή θέση για να δημιουργήσουν το σταυρό.

Στάδιο 2

Δημιουργία ολόκληρης της άσπρης έδρας

Η διαδικασία ξεκινάει βρίσκοντας μια γωνία που περιέχει άσπρο χρώμα.Μεταφέρεται η έδρα που περιέχει τη γωνία αυτή στο 1^0 επίπεδο ακριβώς κάτω από το 3^0 επίπεδο που θα ήταν σωστά τοποθετημένη η γωνία. Εφαρμόζεται ο κανόναςR΄D΄RD μέχρι να γίνει σωστή η τοποθέτηση.



Εικόνα 17. Κανόνας R΄D΄RD

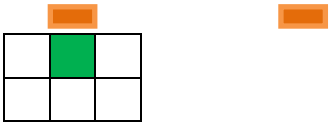
Στάδιο 3

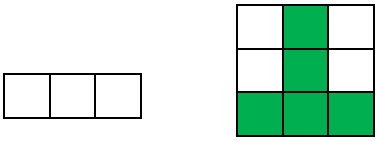
Δημιουργία $2^{ου}$ επιπέδου

Στόχος είναι η δημιουργία με χρωματική ομοιομορφία του$2^{ου}$επιπέδου, τοποθετώντας ακμές. Γίνεται εύρεση μιας ακμής που να μην έχει κίτρινο. Τα χρώματα του $2^{ου}$ επιπέδου είναι τα κόκκινο, μπλε, πράσινο και πορτοκαλί. Επιλέγεται, μια τέτοια ακμή. Ο κύβος τοποθετείται με τέτοιο τρόπο, ώστε «η άσπρη έδρα να βρίσκεται από κάτω και η κίτρινη έδρα να είναι στο πάνω μέρος».

Εικόνα 18. Μορφή κύβου με κίτρινη έδρα να «κοιτάει» προς τα πάνω και άσπρη έδρα να «κοιτάει» προς τα κάτω.

Μεταφέρεται η επιλεγμένη ακμή στην έδρα που δείχνει το χρώμα που «μας κοιτάει».

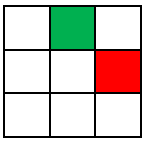




Εικόνα 19. Επιλογή ακμής και τοποθέτηση στην έδρα που δείχνει το χρώμα που «μας κοιτάει».

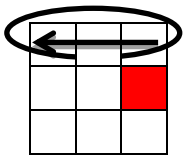
«Διώχνεται» η ακμή μακριά από την θέση που θα έπρεπε να τοποθετηθεί.

Πχ Το πράσινο κυβάκι πρέπει να «μπει» στη θέση του κόκκινου.



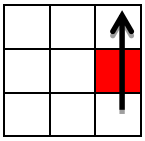
Εικόνα 20. Παράδειγμα επιλογής ακμής

Διώχνεται το πράσινο μακριά από τη θέση του κόκκινου.



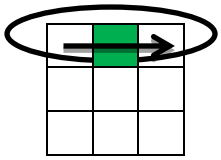
Εικόνα 21. Κίνηση U

Ανεβαίνει η κάθετη στήλη στην οποία θα έπρεπε να βρίσκεται η ακμή που επιλέχθηκε.



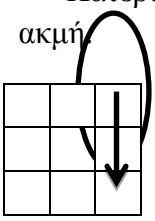
Εικόνα 22. Κίνηση R

Επιστρέφει το 3^0 επίπεδο στο οποίο βρισκόταν η επιλεγόμενη ακμή.



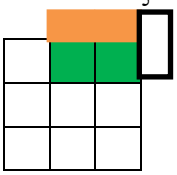
Εικόνα 23. Κίνηση U΄

Κατεβαίνει η κάθετη στήλη στην οποία θα έπρεπε να βρίσκεται η επιλεγόμενη ακμή.



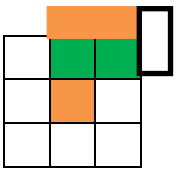
Εικόνα 24.Κίνηση R΄

Δημιουργείται ένα «πυργάκι» στο 3^0 επίπεδο,που αποτελείται από δύο χρώματα και στο εξωτερικό μέρος έχει άσπρο χρώμα.



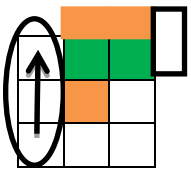
Εικόνα 25. Το «πυργάκι» που δημιουργείται

Μεταφέρεται το «πυργάκι» στην έδρα που δείχνει το χρώμα που «κοιτάει» προς τα πάνω.



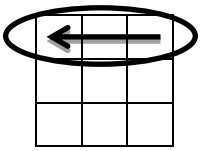
Εικόνα 26. Το «πυργάκι» στη σωστή έδρα.

Ανεβαίνει η κάθετη στήλη που απομένει.



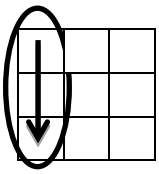
Εικόνα 27. Κίνηση L΄

Επιστρέφει το «πυργάκι» ώστε το άσπρο που υπάρχει στο εξωτερικό μέρος να τοποθετηθεί πάνω από τα άσπρα κυβάκια που βρίσκονται στην κάθετη στήλη που εμφανίστηκε από το προηγούμενο βήμα.



Εικόνα 28. Κίνηση U

Κατεβαίνει η κάθετη στήλη που περιέχει τα άσπρα κυβάκια, ώστε να εμφανιστεί σωστά η άσπρη έδρα (στο κάτω μέρος).

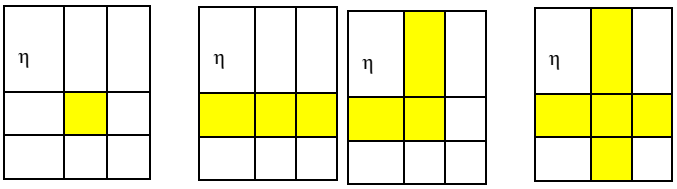


Εικόνα 29. Κίνηση L

Στάδιο 4

Δημιουργία 2^{ου} κίτρινου σταυρού στην κίτρινη έδρα.

Τοποθετείται ο κύβος ώστε η άσπρη έδρα να «κοιτάει στο πάτωμα και η κίτρινη στον ουρανό». Σε αυτό το στάδιο δε μας απασχολούν τα χρώματα που υπάρχουν στις γωνίες. Στη κίτρινη έδρα ανάλογα με την κατάσταση του κύβου θα εμφανιστούν μία από τις παρακάτω μορφές(με τη σειρά).



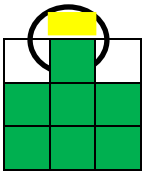
Εικόνα 30. Οι διαφορετικές μορφές που εμφανίζονται στο Στάδιο 4.

Εφαρμόζεται οκανόνας: FURU΄R΄F΄

Στάδιο 5

Ευθυγράμμιση κίτρινου σταυρού.

Γίνεται εύρεση μιας ακμής σωστά τοποθετημένης.



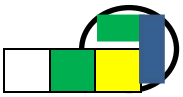
Εικόνα 31. Επιλογή ακμής σωστά τοποθετημένης

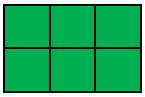
Ο κύβος διατηρείται έτσι ώστε η «άσπρη έδρα να κοιτάει στο πάτωμα και η κίτρινη στον ουρανό» και εφαρμόζεται οκανόνας: RUR΄UR_2R΄. Στην περίπτωση που η κατάσταση του κύβου βγάζει 2 σωστές τοποθετημένες ακμές,τότε περιστρέφεται το 3^0 επίπεδο, ώστε να μην είναι καμιά ακμή σωστά τοποθετημένη. Εφαρμόζεται ο παραπάνω κανόνας και μόλις ευθυγραμμιστεί η $1^η$ ακμή,τότε «κοιτάμε» τον κύβο από την έδρα που έχει τη σωστά τοποθετημένη ακμή και εφαρμόζεται ο κανόνας άλλη μία φορά μέχρι να ευθυγραμμιστούν όλες οι ακμές.

Στάδιο 6

Τοποθέτηση 2 τουλάχιστον κίτρινων γωνιών.

Γίνεται εύρεση μίας γωνίας σωστά τοποθετημένης, χωρίς απαραίτητα να είναι σωστά γυρισμένη.





Εικόνα 32. Εύρεση γωνίας σε σωστή θέση.

Ελέγχονται οι υπόλοιπες γωνίες ώστε να μη βρίσκονται στη σωστή θέση. Τοποθετείται η γωνία που βρίσκεται στη σωστή θέση Εικόνα(33.), ώστε να βρίσκεται πάνω και δεξιά και εφαρμόζεται οκανόνας: URU΄L΄UR΄U΄L.

Στάδιο 7

Τοποθέτηση των υπόλοιπων κίτρινων γωνιών.

Τοποθετείται ο κύβος ώστε η «άσπρη έδρα να κοιτάει στον ουρανό και η κίτρινη στο πάτωμα». Τοποθετούνται οι «λάθος γωνίες» κάτω και δεξιά και εφαρμόζεται οκανόνας: 2(RUR΄U΄).Ο κύβος θα είναι λυμένος με τη μορφή της Εικόνας(3.).

4.4 Μέθοδοι στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων

Για τη Στατιστική Επεξεργασία των δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο R με τη μέθοδο spearman με σκοπό τη συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων του δείγματος.

5. ΕΥΡΗΜΑΤΑ

D	AGE	TIME_D	SPEED	RAVEN	ADEQUACY_OF_MOBILITY	EXISTENCE_OF_DISABILITY
	9,3	1	3,5	132	1	0
	10,11	1	20	97	1	1
	9	1	5	140	1	0
	10,6	2	5	118	0	0
	9,5	2	28	126	0	0
	8,5	2	25	149	1	0
	12,1	2	0	111	0	1
	7,7	2	15	121	1	0
	12,1	2	7	119	1	1
0	11,5	1	5	132	1	0
	9	2	16	12	1	0

1	,8			6		

Πίνακας 1. Τα αποτελέσματα της μελέτης.

	TIME_D	SPEED	RAVEN	ADEQUACY_OF_MOBILITY	EXISTENCE_OF_DISABILITY
TIME_D					
SPEED	0,227				
RAVEN	-0,056	0,216			
ADEQUACY_OF_MOBILITY	-0,600	0,113	0,394		
EXISTENCE_OF_DISABILITY	-0,149	-0,253	**-0,756***	-0,149	

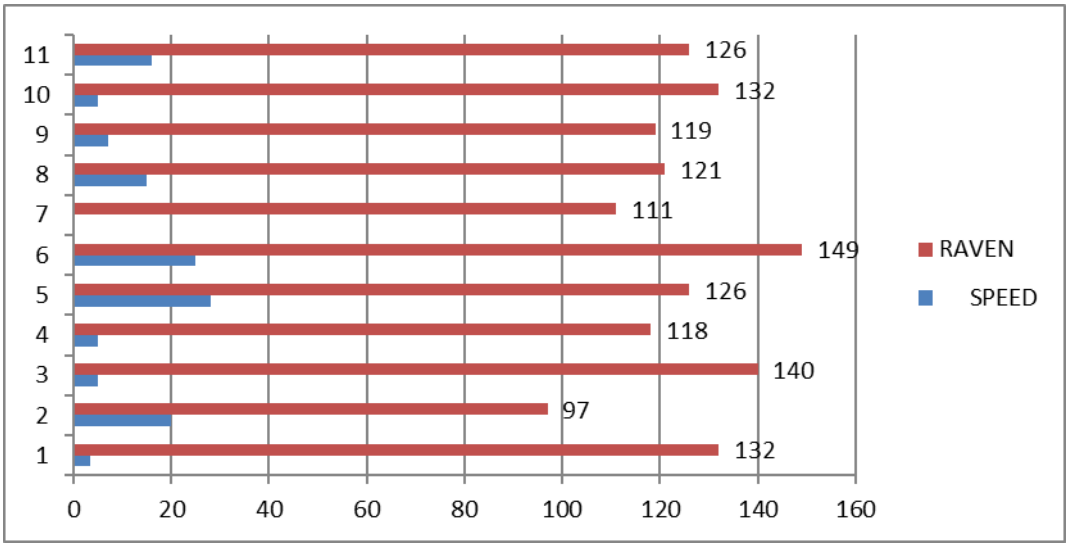
Computed correlation used spearman –method with pairwise-deletion

Πίνακας 2. Στατιστικός πίνακας των αποτελεσμάτων της έρευνας.

Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα από τα αποτελέσματα των παιδιών στις δοκιμασίες, από τη στατιστική ανάλυση και τα ερευνητικά δεδομένα,καταλήγουμε σε μια σειρά ευρημάτων που αντανακλούν σε άτομα με διαφορετική γνωστική δυναμική.Μελέτες δείχνουν ότι η ενασχόληση των παιδιών με παιχνίδια, τα βοηθά να οικοδομήσουν γνωστικές δεξιότητες. Μάλιστα τα περισσότερα παιχνίδια έχουν σχεδιαστεί με σκοπό την επίλυση ενός προβλήματος.Ο κύβος του Rubik φαίνεται να απαιτεί κάποιες δεξιότητες για να κατορθώσει κάποιος να φτάσει στην επίλυσή του.Οι συσχετίσεις που φαίνονται στον Πίνακα 2 είναι ενδεικτικές της τάσης,δεδομένου ότι το δείγμα είναι μικρό.

6. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ -ΣΥΖΗΤΗΣΗ

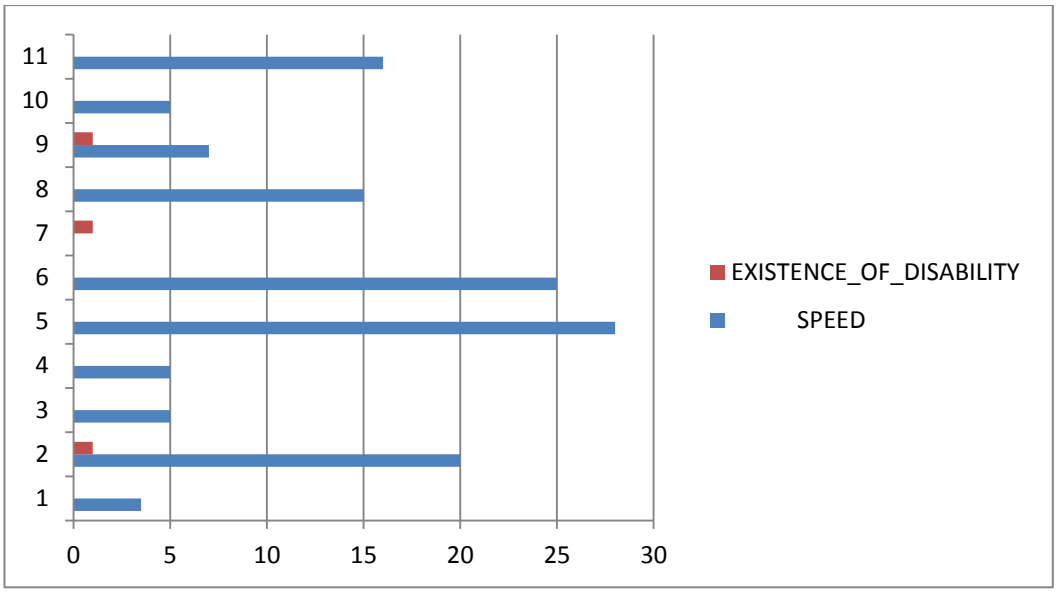
6.1 Ανακεφαλαίωση των ευρημάτων



Διάγραμμα 1. Σχέση Λεκτικής Νοημοσύνης- Ταχύτητας επίλυσης.

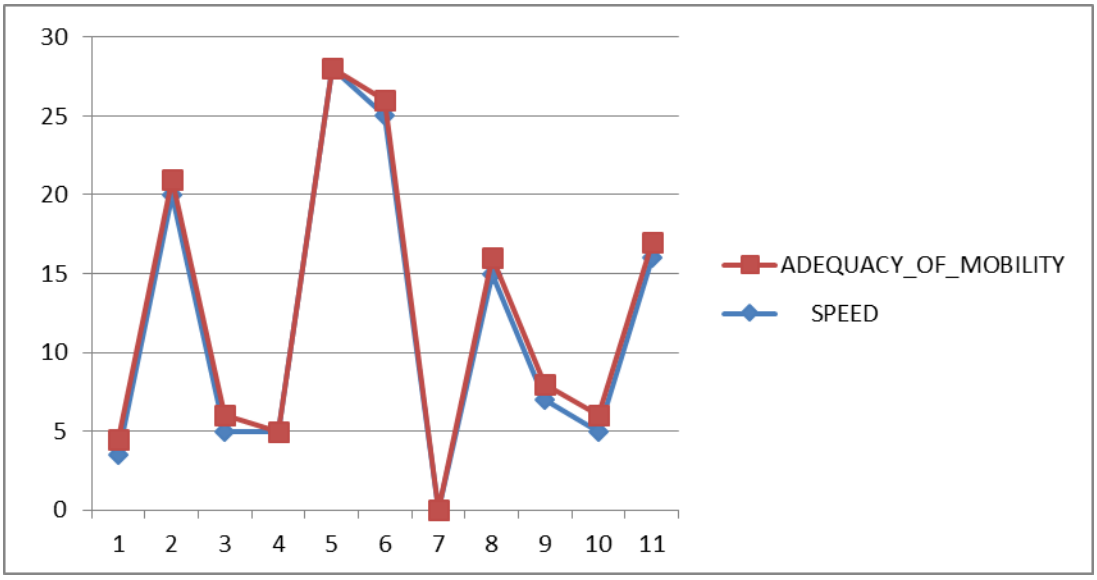
1)Όσον αφορά, τη σχέση ταχύτητας επίλυσης κύβου με τη νοημοσύνη,φαίνεται ότι υπάρχει θετική συσχέτιση. Τα παιδιά με μεγαλύτερο νοητικό δυναμικό επιλύουν τον κύβο ταχύτερα.Έρευνες έχουν επιβεβαιώσει τον κοινό τόπο των μαθηματικών, των αλγοριθμικών διαδικασιών, της μη λεκτικής νοημοσύνης και των οπτικών-χωρικών δεξιοτήτων.Ο Rubik'sCubeαπαιτεί εκτός των άλλων και λογικό-μαθηματική νοημοσύνη, η οποία εδράζεται στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου και αφορά την ικανότητα της λογικής ανάλυσης, ερμηνείας και αποτίμησης του φυσικού κόσμου και κατ'επέκταση πολύπλοκων παζλ (Sternberg,2007).Οι μαθηματικές ικανότητες στηρίζονται σε διαφορετικά γνωστικά και νευροψυχολογικά συστήματα όπως είναι η γλώσσα, το οπτικό-χωρικό σύστημα, η διατήρηση της προσοχής και η επιλογή των σημαντικών και ασήμαντων στοιχείων (Geary, 2010). Οι ταξινομήσεις, οι επεξηγήσεις, οι ερμηνείες, η εξαγωγή συμπερασμάτων καθώς και οι αποτιμήσεις είναι χαρακτηριστικά στοιχεία της λογικό-μαθηματικής νοημοσύνης (Πουρσανίδου Πένυ,2014), ενώ η μη λεκτική νοημοσύνη των παιδιών είναι υπεύθυνη για την εξαγωγή συμπερασμάτων σε οπτικό-χωρικό πλαίσιο (Petersen&Linn, 1985). Η χωρική σκέψη επίσης, θεωρείται βασική ικανότητα για τους κλάδους STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) [Uttal&Cohen,2012].Τα παιδιά που διαθέτουν μια καλή χωρική ικανότητα είναι ικανά να κατανοούν και να παρατηρούν χωρικές σχέσεις μεταξύ αντικειμένων, να χειρίζονται με το νου εικόνες του χώρου και να οπτικοποιούν τον τρόπο με τον οποίο συσχετίζονται τα επιμέρους τμήματα ενός σύνθετου συστήματος (TheJohnsHopkinsUniversityCenterForTalentedYouth, 2013). Κατά τη σχολική ηλικία, τα παιδιά βρίσκονται στο στάδιο συγκεκριμένης λογικής σκέψης και η αντίληψη του χώρου αναβαθμίζεται ενώ βιώνουν το λογικό χώρο. Τα παιδιά αυτού του σταδίου έχουν δυσκολία στην αφηρημένη σκέψη. Μεταξύ 4-9 ετών, αρχίζουν να κατακτούν και να αναπαριστούν αντικείμενα από διαφορετικές οπτικές γωνίες κατακτώντας την έννοια της προοπτικής (Piaget, 1960). Η νοημοσύνη, παρά το ότι είναι ανεξάρτητη από τη μαθηματική ικανότητα, έρευνες δείχνουν ότι η πρώτη, οι προφορικές δεξιότητες και οι οπτικό-χωρικές δεξιότητες σχετίζονται με τη μαθηματική επίδοση (Fleischner,1994).Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι τα

παιδιά με αυξημένη μη λεκτική νοημοσύνη παρουσίασαν καλύτερη κατανόηση και εφαρμογή των αλγορίθμων επίλυσης.



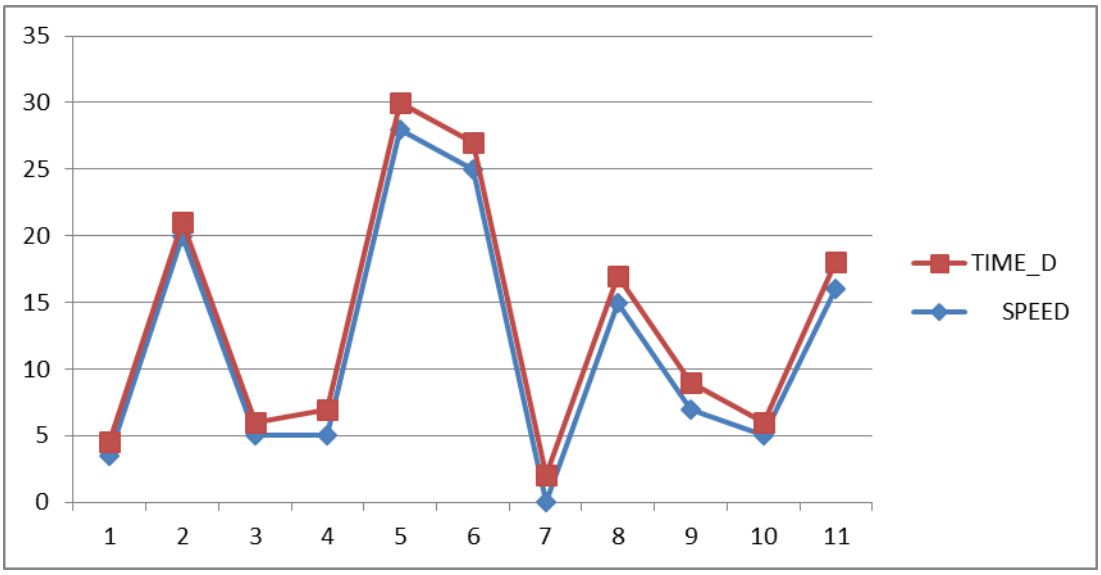
Διάγραμμα 2. Σχέση Ταχύτητας επίλυσης-παρουσία γλωσσικών αδυναμιών

2)Όσον αφορά τη σχέση ταχύτητας επίλυσης με τις γλωσσικές δεξιότητες, τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η ταχύτητα επίλυσης σχετίστηκε αρνητικά με τηνπαρουσία γλωσσικών αδυναμιών. Τα ερευνητικά δεδομένα υποστηρίζουν ότι οι γλωσσικές αδυναμίες επηρεάζουν τη μαθηματική λειτουργία ενοχοποιώντας και τη μνήμη. Στις βασικές ενότητες των μαθηματικών (αρίθμηση, εκτέλεση αλγορίθμων και λεκτικά μαθηματικά προβλήματα), η προσοχή είναι η κυρίαρχη γνωστική διαδικασία. Υπάρχει επίσης σύνδεσημε τη βραχύχρονη και τη μακρόχρονη μνήμη(Fuchsetal., 2006).Σε έρευνα που διεξήγαγε ο AllowayT.P (2009) σε παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες βρήκε ότι η χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης συσχετίζεται θετικά με τις μαθησιακές ικανότητες και την πρόοδο του μαθητή στο σχολείο. Επομένως, τα παιδιά με ελλειμματική εργαζόμενη μνήμη δυσκολεύονται να θυμηθούν οδηγίες καθώς και να παρακολουθήσουν με ευκολία μαθησιακές δραστηριότητες. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι οι μαθητές που έχουν ελλειμματική εργαζόμενη μνήμη αντιμετωπίζουν δυσκολίες στα μαθηματικά (Bulletal, 2006).Οι μαθησιακές δυσκολίες σχετίζονται και με γλωσσικά προβλήματα, ελλείμματα στην κατανόηση οδηγιών, μείωση στη χωρητικότητα της λεκτικής μνήμης, με χώρο-χρονικές δυσκολίες και προβλήματα ακολουθίας (Rourke,1993).Τέλος,ερευνητικά δεδομένα αναφέρουν ότι οι γλωσσικές δεξιότητες σχετίζονται σημαντικά με τη μαθηματική επιτυχία (Smith,1991) και αυτά φαίνεται να αποτελούν ανασταλτικούς παράγοντες στη λύση ενός παζλ όπως ο Rubik’sCube.



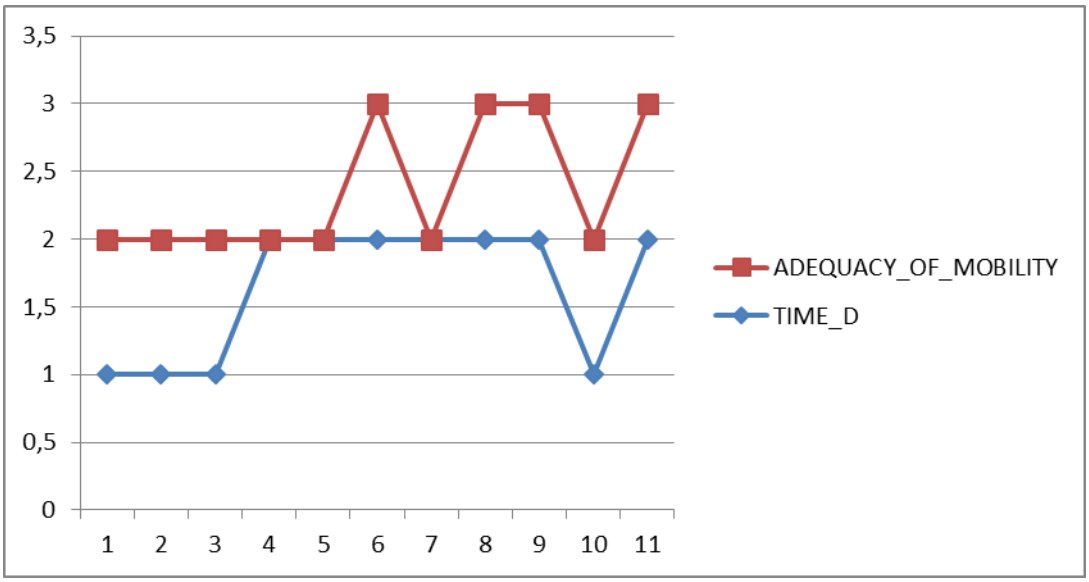
Διάγραμμα 3. Σχέση επάρκειας λεπτής κινητικότητας - ταχύτητα επίλυσης.

3)Όσον αφορά τη σχέση ταχύτητας επίλυσης κύβου με τη λεπτή κινητικότητα αναδείχτηκε ότι η πρώτη σχετίστηκε θετικά με την επάρκεια λεπτής κινητικότητας. Τα ερευνητικά δεδομένα μιλούν για συσχέτιση της μαθηματικής ανάπτυξης με τις κινητικές δεξιότητες.Υπάρχει μια σημαντική συσχέτιση (0,48) μεταξύ οπτικό-κινητικών δεξιοτήτων και μαθηματικών (Son&Meisels, 2006). Η λεπτή κινητικότητα,σχετίζεται με την ικανότητα του παιδιού να χρησιμοποιεί τα δάχτυλά του για να χειρίζεται με επιδεξιότητα αντικείμενα όπως oRubik'sCube.Οι λεπτές κινητικές δεξιότητες απαιτούν αρκετή πρακτική εξάσκηση. Οι δραστηριότητες λεπτής κινητικότητας βοηθούν τα παιδιά να γίνουν ικανά να χρησιμοποιήσουν τα χέρια τους με επιδεξιότητα, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα και συντονισμό οπτικής-κινητικής αντίληψης και λεπτών κινήσεων των χεριών (Ζάραγκας Χ., 2006).Οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες έχουν ελλείμματα στον οπτικό-χωρικό προσανατολισμό, φτωχό ψυχοκινητικό συντονισμό και αδυναμίες διάκρισης με τα ακροδάχτυλα (Rourke,1989;1993).



Διάγραμμα 4. Σχέση ταχύτητας επίλυσης –χρόνου εκμάθησης.

4)Όσον αφορά τη σχέση ταχύτητας επίλυσης κύβου με το χρόνο εκμάθησης, η μελέτη έδειξε ότι η πρώτη σχετίστηκε θετικά με το δεύτερο. Η ταχύτητα επεξεργασίας ενδέχεται να αντιπροσωπεύει μία μοναδική πηγή δυσκολίας για τα παιδιά με μαθηματικές μαθησιακές δυσκολίες (Geary,1993).Αναζητώντας τις ειδικότερες δυσκολίες που οδηγούσαν τους μαθητές να καθυστερούν την επίλυση του κύβου, διαπιστώνεται μια σειρά πολλαπλών δυσκολιών. Οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίεςπαρουσιάζουν ελλείμματα στην οπτική-ακουστική αντίληψη,στη λεπτή κινητικότητα, έχουν φτωχή μνήμη,δυσκολίες στο λόγο και τον αφαιρετικό συλλογισμό (Butterworth, 2010). Παιδιά με ανεπάρκεια στα παραπάνω, δυσκολεύονταν να κατανοήσουν και να εφαρμόσουντους διαφορετικούς αλγορίθμους παρά τις οπτικές πληροφορίες που τους δίνονταν.Επιπρόσθετα,μη ελεγχόμενες παράμετροι όπως ο πραγματικός χρόνος εξάσκησης, οι συνθήκες (κόπωση, ώρα, διασπαστές κτλ) αποτελούσαν ανασταλτικούς παράγοντες στο χρόνο εκμάθησης και κατά συνέπεια και στην ταχύτητα επίλυσης. Να σημειωθεί, ότι οι τυπικοί μαθητές εφάρμοζαν ποικίλες στρατηγικές οι οποίες σταδιακά μετέβαιναν από στρατηγικές «επιφανειακής επεξεργασίας» σε στρατηγικές «βαθιάς επεξεργασίας», ενώ οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες αργοπορούσαν να κάνουν τέτοιες μεταβάσεις.



Διάγραμμα 5. Σχέση επάρκειας λεπτής κινητικότητας-χρόνου εκμάθησης.

5)Ολοκληρώνουμε τα αποτελέσματα της έρευνας με τη σχέση λεπτής κινητικότητας και το χρόνο εκμάθησης. Διαπιστώθηκε ότι ο χρόνος εκμάθησης συσχετίστηκε αρνητικά σε σημαντικό βαθμό με την επάρκεια λεπτής κινητικότητας. Οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες αντιμετωπίζουν συχνά δυσκολίες στις μαθηματικές επιδόσεις εξαιτίας ατελούς διαχείρισης των πληροφοριών. Ανάμεσα σε αυτές είναι οι οπτικό-χωρικές (Garnett,1992), οι ακουστικό-αντιληπτικές (Smith,1994), οι κινητικές (Smith,1994) και οι οπτικό-αντιληπτικές δυσκολίες (Torgessen,1990).Παιδιά με διαταραχή των μαθηματικών εμφανίζουν δυσκολίες σε

οπτικό-χωρικές και οπτικό-αντιληπτικές ικανότητες. Η δυσκολία στα μαθηματικά μπορεί να σχετίζεται με αδυναμία στην ανάπτυξη ενός στρατηγικού σχεδίου για τη λύση παρουσιαζόμενων προβλημάτων (Παπαδάτος,2010).

6.2 Περιορισμοί της έρευνας

Το μικρό δείγμα της μελέτης είναι η αδυναμία που περιορίζει αναπόφευκτα τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων.Στους περιορισμούς της έρευνας προστίθενται η αδυναμία σύγκρισης των γενικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων με αυτούς που δεν συμμετείχαν και τα παιδιά που είναι αριστερόχειρες ή αμφιδέξιοι.Τέλος,δεν μπορούμε να παραλείψουμε μη ελεγχόμενες παραμέτρους όπως ο πραγματικός χρόνος εξάσκησης των παιδιών και οι συνθήκες (κόπωση, ώρα, διασπαστές κτλ).

6.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Η επίλυση του κύβου ποικίλλει ανάμεσα σε άτομα με διαφορετική γνωστική δυναμική. Η διερεύνηση του θέματος σε μεγαλύτερο δείγμα κρίνεται αναγκαία, αφού από το θεωρητικό πλαίσιο και τη συνεργασία των διαφόρων παραγόντων που μπορεί να εμπλέκονται στην εκπαιδευτική διαδικασία επίλυσης, φαίνεται ότι ο κύβος μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για την επίλυση προβλημάτων στην Αριθμητική και την εξέταση ελλειμμάτων των διάφορων γνωστικών διαδικασιών που ενεργοποιούνται για την επίλυσή τους. Επιπλέον,απαιτείται η συμμετοχή αριστερόχειρων και αμφιδέξιων ατόμων, καθώς ενδέχεται να εφαρμοστεί διαφορετική μεθοδολογία. Θα πρέπει επίσης να εξεταστεί και ο έλεγχος των εξωγενών παραγόντων που επιδρούν στην εκμάθηση και επίλυση του κύβου. Τέλος, κρίνεται απαραίτητη η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της εργαζόμενης μνήμης και της επίλυσης του κύβου, καθώς oRubik’sCubeαπαιτεί από τον εκάστοτε λύτη να συγκρατεί στο νου του διαφορετικούς αλγορίθμους για σύντομο χρονικό διάστημα και να τους επεξεργάζεται νοερά ώστε να καταλήξει στην επίλυσή του.

7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Τα προαναφερθέντα ευρήματα συνάδουν με εκείνα της διεθνούς βιβλιογραφίας και τοποθετούν ως υλοποιήσιμες τις ακόλουθες ενέργειες.

1)Συνίσταται η αξιοποίηση του Rubik’sCubeστην εκπαιδευτική διαδικασία. Η ενασχόληση των παιδιών με ένα τρισδιάστατο παζλ όπως ο Rubik’sCube, ίσως βοηθήσει στην ανάδειξη κατανόησης, ανάλυσης και ερμηνείας των επιμέρους καταστάσεων που εμφανίζονται σε ένα μαθηματικό πρόβλημα. Η επίλυση προβλημάτων στην Αριθμητική αποτελεί χαρακτηριστικό στοιχείο της μαθηματικής εκπαίδευσης και οι μαθητές διαφοροποιούνται ως προς τις ικανότητες επίλυσης προβλημάτων. Φαίνεται ότι οι καλοί λύτες προβλημάτων διαθέτουν νοητικά σχήματα με πιο πολλές πληροφορίες και περισσότερες συνδέσεις μεταξύ των πληροφοριών αυτών σε σύγκριση με τα νοητικά σχήματα των μέτριων ή λιγότερο καλών λυτών προβλημάτων(Chinnappan,1998). Η επίλυση του Rubik’sCube προϋποθέτει την

ερμηνεία των αλγορίθμων, όταν αυτοί αναλυθούν σε διακριτά και μικρότερα βήματα που εκτελούνται διαδοχικά.Η αλληλουχίαα υτή οδηγεί στην επίλυση του κύβου που δεν είναι η μοναδική για την επίτευξη του σκοπού.

2)Απαιτείταιη εφαρμογή πιο γρήγορων αλγορίθμων προκειμένου να ελεγχθεί αν οι μαθητές που δυσκολεύονται σε μακροσκελείς οδηγίες τελικά, έχουν ελλείμματα σε συγκεκριμένες γνωστικές δεξιότητες που τους εμποδίζουν να επιλύσουν τον κύβο ταχύτερα.

Ο Rubik’sCubeεπειδή αποτελεί ένα παζλ-παιχνίδι, φαίνεται να βοηθά στη προσοχή των παιδιών. Αρκετοί ερευνητές υποστηρίζουν πως οι μαθητές μπορούν να είναι συγκεντρωμένοι σε παιχνίδια για ώρες, έχουν αυξημένο ενδιαφέρον,ανταγωνισμό,συνεργάζονται μεταξύ τους,είναι προσανατολισμένοι στο στόχο και αναζητούν ενεργά πληροφορίες και λύσεις (Prensky, 2003).Οι Warschauer και Matuchniak (2010) αναφέρουν ότι τα καλοσχεδιασμένα παιχνίδια μπορούν να βοηθήσουν τους παίχτες να αναπτύξουν δεξιότητες όπως είναι η αφαιρετικότητα,ο πειραματισμός,η συνεργασία και η κριτική σκέψη.

Βιβλιογραφία

Ξένη βιβλιογραφία:

- Andrew R.A.Conway,Michael J. Kane and Randall W.Engle (2003) Working memory capacity and its relation to general intelligence,547-552
- Astrid F.Fry, Sandra Hale(2000) Relationships among processing speed,Working memoryand fluid intelligence in children,1-34
- Berndt E.Schwerdtfegr (2015) Solving Rubik's Cube,1-9
- Daniel Kunkle,Gene Cooperman(2008) Harnessing parallel disks to solve Rubik's cube,872-890
- Hareesh B.N,Sangappa Kuragod,Mahesh K.Kaluti(2015) Rubik's Solving Approach by Edge –Centric Matching In Artificial Intelligence,687-691
- Kimberly P.Raghubar, Marcia A. Barnes, Steven A.Hecht(2009) Working memory and mathematics:A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches,110-122
- Minna Kyttala,Pirjo Aunio,Jarkko Hautamaki (2010) Working memory resources in young children with mathematical difficulties,1-15
- N.J. Mackintosh, E.S. Bennett (2005) What do Raven's Matrices measure? An analysis in terms of sex differences,663-674
- Richard E.Korf(1982) A program that learns to solve Rubik's Cube,164-167
- Richard E.Korf(1997) Finding Optimal Solutions to Rubik's Cube Using Pattern Databases,700-705
- Tracy PackiamAlloway,Phd(2008) Effective screening tools for children with working memory impairments,1-7

Ελληνική βιβλιογραφία:

- Ανδρέου Μαρία Η.(2009) Διδακτορική διατριβή:Η δομή της συναισθηματικής ευφυΐας και οι σχέσεις της με τη γνωστική ικανότητα και την προσωπικότητα
- Βασιλάκου Ουρανία(2015) Μεταπτυχιακή εργασία:Διερεύνηση της προτίμησης χεριού σε δείγμα μονοζυγωτικών και διζυγωτικών διδύμων μαθητών στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση,1-12

- Βλάχος Φίλιππος, ΑνδρέουΓεωργία (2009) Εγκεφαλική ασυμμετρία και εκπαίδευση,61-81
- Γκούμας Δημήτριος(2015) Διπλωματική εργασία: Παιχνιδοκεντρική γνωστική εκπαίδευση με υποστήριξη υπολογιστών
- Κάβουρας Μαρίνος,Δάρρα Αθανασία,Κόκλα Μαργαρίτα,Κονταξάκη Σοφία, Πανόπουλος Γεώργιος,Τομαή Ελένη(2016) Επιστήμη Γεωγραφικής Πληροφορίας-Ολοκληρωμένη Προσέγγιση και Ειδικά Θέματα,166-173.
- Κιούπη Σοφία και Πούλιου Κωνσταντίνα(2014)Πτυχιακή εργασία: Διαταραχές ψυχοκινητικής και γνωστικής ανάπτυξης σε παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας με μαθησιακές δυσκολίες
- Λυτριάνη Αικατερίνη–Ιωάννα(2006) Διπλωματική εργασία:Οι σχέσεις της Δημιουργικότητας με τη Νοημοσύνη και τη Λύση Προβλημάτων.
- Μαυροδημητρακάκης Αντώνιος(2014) Πτυχιακή εργασία:Εφαρμογή του Τεστ πρώιμης ανίχνευσης Δυσλεξίας σε παιδιά προσχολικής ηλικίας και προτεινόμενες ασκήσεις αποκατάστασης στα παιδιά με ανάλογη συμπτωματολογία),11-20
- Σάββα Μυροφόρα(2014)Πτυχιακή εργασία:Ψυχοκινητική ενημερότητα και ανάπτυξη προμαθηματικών εννοιών. Πως η διαδικασία αυτή λειτουργεί ως υπόβαθρο νευροψυχολογικής ωριμότητας για παιδιά με διαταραχές στα Μαθηματικά)
- Σαββίδου Ελένη, Σπανούδης Γιώργος(2008) Σχέσεις μεταξύ ρέουσας νοημοσύνης και εργαζόμενης μνήμης: Γνωστικές και αναπτυξιακές προοπτικές,806-820
- Σαχπατζίδου Πελαγία(2014) Οι λειτουργίες του εγκεφάλου και οι γνωστικές λειτουργίες στις ειδικές αναπτυξιακές μαθησιακές δυσκολίες,38-47.
- Σκαπινάκης Πολύκαρπος–Σύλλογος Εκπαιδευτικών Πληροφορικής Χίου Αλγόριθμοι Επίλυσης του κύβου 3Χ3Χ3,1-33
- Τζιβινίκου, Σ. (2015) Μαθησιακές δυσκολίες- Διδακτικές παρεμβάσεις, 2-7
- Τόμπρου, Δήμητρα-Μαρία & Παπαδάτου –Παστού Μαριέττα(2010) Μετα-ανάλυση: Νοημοσύνη και Προτίμηση Χεριού,1-17
- ΤούρβαΆννα Α.(2013) Διδακτορική Διατριβή:Γνωστικές Συμμεταβλητές της Αναπτυσσόμενης Νοημοσύνης: Η συμβολή της εργαζόμενης μνήμης ,της ταχύτητας επεξεργασίας και του ελέγχου επεξεργασίας στην πρόβλεψη της Νοημοσύνης σε άτομα 7-18 χρόνων

- Τσαούσης Ιωάννης (2008) Μετρώντας τη χωρο-αντιληπτική ικανότητα: Η ανάπτυξη και τα ψυχομετρικά χαρακτηριστικά του τεστ Αντίληψης Χώρου (ΤΑΧ), 411-431
- Φυττά Αγγελική(2016) Ανάπτυξη Ψηφιακού Συστήματος(Υλικού και Λογισμικού) για την επίλυση του κύβου του Rubik

Βιβλία

- NickyHayes- Βιβλίο Εισαγωγή στην Ψυχολογία (Ά τόμος)
- Παπαδάτος Γιάννης-Ψυχικές διαταραχές και μαθησιακές δυσκολίες παιδιών και εφήβων

Πηγές από διαδίκτυο-ιστοσελίδες:

- https://eu.rubiks.com/
- https://www.v-cubes.com/
- http://www.motus-software.com/rubix.htm

Οι 3-Δεικόνες στη παρούσα εργασία υλοποιήθηκαν με την εφαρμογή Rubix.