

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ



ΠΜΣ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

*Δυναμική αξιολόγηση της μαθηματικής δημιουργικότητας μαθητών Γ΄
Δημοτικού και επιδράσεις της στο δημιουργικό δυναμικό*

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΖΙΩΝΑ ΑΘΑΝΑΣΙΑ

ΑΘΗΝΑ, 2016

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο σπουδών για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

που απονέμει το Τμήμα Οικιακής Οικονομίας & Οικολογίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.

Εγκρίθηκε την..... από την εξεταστική επιτροπή.

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

ΒΑΘΜΙΑ

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

Δημήτρης Ζμπάινος (επιβλέπων)

Επίκουρος καθηγητής

.....

Αικατερίνη Μαριδάκη – Κασσωτάκη

Καθηγήτρια

.....

Αικατερίνη Αντωνοπούλου

Επίκουρη καθηγήτρια

.....

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	σελ. 7
Abstract	σελ. 8
Θεωρητικό μέρος	σελ. 9
1. Μέρος πρώτο : Δημιουργικότητα	σελ. 9
1.1. Εισαγωγή	σελ. 9
1.2. Έννοια και θεωρίες της Δημιουργικότητας.....	σελ. 10
1.2.1. Οι αρχικές θεωρίες των Guilford και Torrance	σελ. 11
1.2.2. Σύγχρονες θεωρίες και συνθετικά μοντέλα	σελ. 12
1.2.2.1. Δημιουργικό άτομο	σελ. 13
1.2.2.2. Δημιουργική διεργασία	σελ. 14
1.2.2.3. Δημιουργική πίεση	σελ. 15
1.2.2.4. Δημιουργικό έργο	σελ. 16
1.2.3. Γνωστική προσέγγιση της δημιουργικότητας.....	σελ. 17
1.2.3.1. Γνωστικές λειτουργίες, γνώση και νοημοσύνη	σελ. 17
1.2.3.2. Γνωστικά μοντέλα	σελ. 20
1.2.3.3. Δημιουργικές γνωστικές διεργασίες	σελ. 21
1.3. Δημιουργικότητα μια γενική ή μια ειδική ικανότητα;.....	σελ. 22
1.3.1. Το μοντέλο των Beghetto & Kaufman	σελ. 22
1.4. Αξιολόγηση της Δημιουργικότητας	σελ. 24
1.4.1. Ψυχομετρική και Πειραματική Αξιολόγηση.....	σελ. 24
1.4.1.1. Τεστ της δομής της νόησης του Guilford (Structure of the Intellect).....	σελ. 25
1.4.1.2. Τεστ Απομακρυσμένων Συνδέσεων του Mednick (Remote Associates Test)	σελ. 26
1.4.1.3. Τεστ Δημιουργικής Σκέψης του Torrance (Torrance's Tests of Creative Thinking)	σελ. 26

1.4.1.4. Τεχνική της Συναινετικής Αξιολόγησης (Consensual Assessment Technique)	σελ. 26
1.4.2. Αξιολόγηση του δημιουργικού δυναμικού	σελ. 27
1.4.2.1. Προσδιορισμός του δημιουργικού δυναμικού	σελ. 27
1.4.2.2. Μέτρηση του δημιουργικού δυναμικού	σελ. 28
2.Μέρος δεύτερο: Μαθηματική Δημιουργικότητα	σελ. 29
2.1. Ζητήματα σχετικά με τη φύση των Μαθηματικών	σελ. 29
2.2. Η έννοια της Μαθηματικής Δημιουργικότητας	σελ. 31
2.3. Ιστορική αναδρομή	σελ. 33
2.4. Μαθηματική Δημιουργικότητα και Μαθηματικά του σχολείου	σελ. 35
2.4.1. Ορισμός της Μαθηματικής Δημιουργικότητας των μαθητών	σελ. 35
2.4.2. Ανάπτυξη της Μαθηματικής Δημιουργικότητας στο σχολείο	σελ. 37
2.4.2.1. Μαθηματικά προβλήματα και Μαθηματική Δημιουργικότητα	σελ. 37
2.4.2.2. Προβλήματα ανοιχτού τύπου (open ended problems)	σελ. 38
2.4.2.3. Διατύπωση προβλημάτων (problem posing)	σελ. 39
2.4.2.4. Στάδια ανάπτυξης της Μαθηματικής Δημιουργικότητας μέσω της επίλυσης προβλημάτων του Ervynck	σελ. 40
2.4.2.5. Μοντέλο Δημιουργικής Πολυμάθειας των Beghetto και Kaufman.....	σελ. 40
2.4.3. Μαθηματική Δημιουργικότητα και εκπαιδευτική πραγματικότητα	σελ. 41
2.5. Μαθηματική Ικανότητα και Μαθηματική Δημιουργικότητα	σελ. 43
2.5.1. Μαθηματική Ικανότητα και Μαθηματική Επίδοση	σελ. 43
2.5.2. Μαθηματική Ικανότητα και Μαθηματική Δημιουργικότητα	σελ. 46
2.6. Αξιολόγηση της Μαθηματικής Δημιουργικότητας	σελ. 48
2.6.1. Πλαίσιο Αξιολόγησης Μαθηματικής Δημιουργικότητας του Haylock	σελ. 48
2.6.2. Προβλήματα πολλαπλών λύσεων της Leikin	σελ. 49
2.6.3. Αξιολόγηση της μαθηματικής δημιουργικότητας μέσω δραστηριοτήτων τάνγκραμ 5 σταδίων του Van Hiele	σελ. 49
2.6.4. Αξιολόγηση της μαθηματικής δημιουργικότητας των χαρισματικών μαθητών στα Μαθηματικά των Kim, Cho & Ahn	σελ. 50
3.Μέρος τρίτο : Δυναμική Αξιολόγηση	σελ. 51
3.1. Εισαγωγή.....	σελ. 51
3.2. Η έννοια και οι μορφές της Δυναμικής Αξιολόγησης	σελ. 51

3.3. Το θεωρητικό πλαίσιο της Δυναμικής Αξιολόγησης	σελ. 53
3.3.1. Η θεωρία του Vygotsky	σελ. 53
3.3.2. Το μοντέλο της Διαμεσολάβησης του Feuerstein	σελ. 54
3.4. Τομείς που εφαρμόζεται η δυναμική αξιολόγηση	σελ. 55
4. Σκοπός και Ερευνητικά Ερωτήματα	σελ. 57
Ερευνητικό μέρος	σελ. 59
1. Μέθοδος	σελ. 59
1.1. Περιγραφή του δείγματος	σελ. 59
1.2. Ερευνητικά εργαλεία	σελ. 61
1.2.1. EPOC – graphic (αξιολόγηση δημιουργικού δυναμικού)	σελ. 61
1.2.2. Αυτοσχέδια δοκιμασία αξιολόγησης μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού ...	σελ. 64
1.2.3. Μαθηματική Επίδοση	σελ. 67
1.3. Εσωτερική Εγκυρότητα των δοκιμασιών	σελ. 67
1.4. Διαδικασία	σελ. 69
1.4.1. Περιγραφή των τρόπων διασφάλισης της ανωνυμίας και της προστασίας των υποκειμένων μαθητών, εκπαιδευτικών, σχολείων	σελ. 69
1.4.2. Περιγραφή της χορήγησης των δοκιμασιών	σελ. 70
1.4.3. Περιγραφή της διαμεσολάβησης	σελ. 71
2. Αποτελέσματα	σελ. 73
2.1. Διαφορές μεταξύ των τελικών και των αρχικών μετρήσεων	σελ. 73
2.1.1. Διαφορά μεταξύ της συνολικής τελικής και της συνολικής αρχικής μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού	σελ. 73
2.1.2. Διαφορά μεταξύ της τελικής και της αρχικής μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης	σελ. 75
2.1.3. Διαφορά μεταξύ της τελικής και της αρχικής μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης	σελ. 77
2.1.4. Διαφορά μεταξύ της συνολικής τελικής και της συνολικής αρχικής μέτρησης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού	σελ. 79
2.1.5. Διαφορά μεταξύ της τελικής και της αρχικής μέτρησης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης	σελ. 81
2.1.6. Διαφορά μεταξύ της τελικής και της αρχικής μέτρησης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης	σελ. 83

2.2. Συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων	σελ. 85
2.2.1. Συσχετίσεις των παραγόντων του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού και των παραγόντων του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού	σελ. 85
2.2.2. Συσχετίσεις των παραγόντων του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού και της μαθηματικής επίδοσης	σελ. 87
2.3. Προβλεπτικοί παράγοντες του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού	σελ. 89
2.3.1. Προβλεπτικοί παράγοντες του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού της αρχικής μέτρησης	σελ. 89
2.3.2. Προβλεπτικοί παράγοντες του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού της τελικής μέτρησης	σελ. 90
4. Συμπεράσματα	σελ. 92
4.1. Σχολιασμός αποτελεσμάτων	σελ. 92
4.1.1. Επίδραση της διαμεσολάβησης στο μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό	σελ. 92
4.1.2. Έμμεση επίδραση της διαμεσολάβησης στο γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό	σελ. 94
4.1.3. Η σχέση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού με το γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό και την μαθηματική ικανότητα	σελ. 96
4.1.4. Προβλεπτικοί παράγοντες του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού	σελ. 98
4.2. Περιορισμοί - Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες	σελ. 98
Βιβλιογραφία	σελ.100

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα της δυναμικής αξιολόγησης ως τρόπου αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού όπως επίσης και η έμμεση επίδραση της στο γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό μαθητών Γ' δημοτικού. Επιπροσθέτως διερευνήθηκε η σχέση της μαθηματικής επίδοσης με το μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό και εξετάστηκαν αν το γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό και η μαθηματική επίδοση αποτελούν προβλεπτικούς παράγοντες του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού των μαθητών της παρούσας έρευνας. Το τελικό δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 50 μαθητές (27 μαθητές της πειραματικής ομάδας και 23 μαθητές της ομάδας ελέγχου) αντίστοιχης κατανομής σε φύλο και μαθηματική ικανότητα. Στις δύο ομάδες χορηγήθηκαν : α) η δοκιμασία EPOC – graphic (Evaluation of Potential Creativity – graphic) για την αξιολόγηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού (αρχικής και τελικής μέτρησης) και β) η αυτοσχέδια δοκιμασία αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού σύμφωνα με τη δομή του EPOC (αρχικής και τελικής μέτρησης). Η μαθηματική επίδοση προσδιορίστηκε από την περιγραφή των εκπαιδευτικών των συμμετεχόντων. Στην πειραματική ομάδα πραγματοποιήθηκε διαμεσολάβηση σύμφωνα με τις αρχές της δυναμικής αξιολόγησης μετά την αρχική μέτρηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν τόσο την αποτελεσματικότητα της δυναμικής αξιολόγησης ως τρόπου αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού όσο και την έμμεση επίδραση της στο γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό. Επιπροσθέτως έδειξαν τη θετική συσχέτιση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού και της μαθηματικής επίδοσης όπως επίσης ότι η μαθηματική επίδοση όσο και το γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό αποτελούσαν παράγοντες που επηρέασαν το μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό. Ωστόσο περαιτέρω έρευνα θα πρέπει να διεξαχθεί για να επιτραπεί η γενίκευση των αποτελεσμάτων.

Λέξεις κλειδιά: μαθηματική δημιουργικότητα, μαθηματική ικανότητα, δημιουργικό δυναμικό, δυναμική αξιολόγηση, διαμεσολάβηση

ABSTRACT

The purpose of the present study was to evaluate the effectiveness of dynamic assessment as a way to assess mathematical creative potential of third grade students. Additionally the study aimed to investigate the indirect influence of the mediation to the graphic - artistic creative potential of the participants. Further it studied the relationship between mathematical creative potential and mathematical achievement. Finally the study examined whether the graphic – artistic creative potential and mathematical achievement were predictive factors of the mathematical creative potential. The final sample consisted of 50 students (27 students at the experimental group and 23 students at the control group). The groups were equally distributed in the terms of gender and mathematical ability. The graphic – artistic creative potential was evaluated by the administration of the EPoC – graphic test (Evaluation of Potential Creativity - graphic) while the mathematical creative potential was evaluated by an improvised test according to the structure of EPoC and mathematical achievement by the descriptions of the teachers. Both of the groups were evaluated before and after the mediation that took place only at the experimental group. The results demonstrated both the effectiveness of the dynamic assessment as a means to assess the mathematical creative potential and its indirect effect to the improvement of the graphic - artistic creative potential. Moreover the study demonstrated a positive correlation of the mathematical creative potential and mathematical achievement. Finally, it showed that the mathematical achievement and the graphic - artistic creative potential were predictive factors of the mathematical creative potential. However further research should be conducted to allow the generalization of the results.

Keywords: mathematical creativity, mathematical ability, creative potential, dynamic assessment, mediation

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Εισαγωγή – Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

1. Μέρος πρώτο : Δημιουργικότητα

1.1. Εισαγωγή

Η δημιουργικότητα αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες της ανθρώπινης ανάπτυξης τόσο στα πλαίσια της ατομικής όσο και της κοινωνικής προόδου (Beghetto & Kaufman, 2007; Hennessey & Amabile, 2010; Runco, 2004; Simonton, 2000; Sternberg, 2006, 2012; Sternberg & Lubart, 1999). Η κατανόηση των επιτευγμάτων των επιστημών θετικών, κοινωνικών και ανθρωπιστικών, της τεχνολογικής ανάπτυξης, των τεχνών και της ανθρωπότητας γενικότερα προϋποθέτει την κατανόηση της έννοιας της δημιουργικότητας και της δημιουργικής διαδικασίας (Hennessey & Amabile, 2010; Runco, 2004). Η δημιουργικότητα μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε τρεις τομείς την επιστημονική - αφαιρετική δημιουργικότητα που χαρακτηρίζεται από ένα μη δομημένο περιβάλλον που δεν προσδιορίζεται από συγκεκριμένες συνθήκες, τη μηχανική – συγκεκριμένη δημιουργικότητα που χαρακτηρίζεται από ένα δομημένο περιβάλλον και προσδιορίζεται από συγκεκριμένες συνθήκες και την καλλιτεχνική – εμπειρική δημιουργικότητα που παράγει ένα καινοτόμο έργο τέχνης (Wang, 2008).

Η δημιουργικότητα δεν συνδέεται μόνο με το καινοτομικό και αξιοσημείωτο έργο των διακεκριμένων και βραβευμένων εκπροσώπων των προαναφερθέντων τομέων, αλλά αποτελεί μια ικανότητα που κατέχουν όλα τα άτομα και τα καθιστά ικανά να αντιμετωπίζουν και να επιλύουν τα προβλήματα της καθημερινότητας (Hennessey & Amabile, 2010; Sternberg, Kaufman, & Pretz, 2002). Αυτό γίνεται φανερό στο πλαίσιο όλων των τομέων της λειτουργικότητας του ατόμου αφού η δημιουργικότητα είναι αυτή η ικανότητα που επιτρέπει στα άτομα να αντιμετωπίζουν και να χειρίζονται προβλήματα σε όλα τα πλαίσια της ανθρώπινης δραστηριότητας αλλά και αποτελεί επίσης τον κινητήριο μοχλό της εξέλιξης των πολιτισμών παγκοσμίως (Hennessey & Amabile, 2010; Sternberg et al., 2002). Τους τελευταίους αιώνες η εξέλιξη είναι ραγδαία σε όλους τομείς του ανθρώπινου πολιτισμού σε επιστημονικό, τεχνολογικό και πνευματικό επίπεδο και όσο μεγαλύτερη αυτή η

εξέλιξη, η πρόοδος και οι αλλαγές τόσο περισσότερο τα άτομα και οι πολιτισμοί πρέπει να προσαρμοστούν σε αυτές και τόσο πιο σύνθετη γίνεται η καθημερινή πραγματικότητα τους (Runco, 2004). Σε έναν παραλληλισμό της βιολογικής εξέλιξης με την πολιτισμική, η πρώτη επιτυγχάνεται μέσω αργών και σταθερών αλλαγών ενώ η δεύτερη χαρακτηρίζεται από γρήγορες και ρηξικέλευθες αλλαγές που είναι εμφανείς σε σύντομο χρονικό διάστημα και υπό αυτό το πρίσμα η κατανόηση της δημιουργικότητας και των διεργασιών της γίνεται ακόμα πιο αναγκαία αφού αποτελεί την ικανότητα προσαρμογής του ατόμου στις απαιτήσεις της συνεχούς πολιτισμικής εξέλιξης αλλά και την ικανότητα να εξελιχθεί και να επωφεληθεί από τις αλλαγές και τις ευκαιρίες που του προσφέρουν (Runco, 2004). Κατά συνέπεια το ενδιαφέρον της ψυχολογικής έρευνας έχει επικεντρωθεί σε αυτή την ξεχωριστή και μοναδική ανθρώπινη ικανότητα να πυροδοτεί καινοτόμες ιδέες που παράγουν νέο και κατάλληλου πλαισίου έργο ώστε να επιτυγχάνεται η πρόοδος και η εξέλιξη σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας (Claxton, Pannells, & Rhoads, 2005; Hennessey & Amabile, 2010; Simonton, 2000).

1.2. Έννοια και θεωρίες της Δημιουργικότητας

Η έννοια της δημιουργικότητας έχει προσεγγιστεί από την αρχή της ύπαρξης του ανθρώπου και συνδέθηκε τόσο με το υπερφυσικό και τη θεία χάρη, όσο και με τη μεγαλοφυΐα και το μοναδικό χάρισμα (Weisberg, 2006). Από το 19^ο αιώνα που η Ψυχολογία αποτελεί επιστημονικό κλάδο, η έννοια της δημιουργικότητας έχει προσεγγιστεί υπό το πρίσμα διαφόρων σχολών της ψυχολογικής σκέψης (Sternberg, 2006, 2012). Συγκεκριμένα η έννοια της δημιουργικότητας και των διεργασιών της προσεγγίστηκε από: α) την ψυχαναλυτική θεωρία όπου η δημιουργικότητα συσχετίστηκε με το ασυνείδητο και τις ασυνείδητες διεργασίες, β) τη μορφολογική ψυχολογία όπου εισήγαγε την έννοια της διορατικότητας στη λύση προβλημάτων, τη δημιουργική σκέψη καθώς και τον παραγωγικό συλλογισμό, γ) την ανθρωποκεντρική προσέγγιση που τοποθέτησε τη δημιουργικότητα ως ένα από τα ανώτερα χαρακτηριστικά του ανθρώπου που θα του παρέχει τη δυνατότητα της αυτοπραγμάτωσης, δ) την εξελικτική προσέγγιση που υποστήριξε πως η δημιουργικότητα είναι μια ικανότητα που έχει προέρθει από τις ίδιες εξελικτικές διεργασίες που καθόρισαν τα χαρακτηριστικά του ανθρώπινου είδους, ε) την ψυχομετρική προσέγγιση όπου εισήγαγε τη μέτρηση της δημιουργικότητας μέσω της

αποκλίνουσας σκέψης, των γνωστικών διεργασιών, της προσωπικότητας και των συμπεριφορών που σχετίζονται με τη δημιουργικότητα και στ) σύγχρονα τη γνωστική σκοπιά που μελετά τόσο τη γενική δημιουργική σκέψη όσο και τους συγκεκριμένους τομείς σκέψης (Plucker & Renzulli, 1999; Runco, 2004; Simonton, 2000; Weisberg, 2006).

Παρόλο που όλοι οι θεωρητικοί και οι ερευνητές συμφωνούν στο ότι η δημιουργικότητα αφορά στην ικανότητα δημιουργίας ενός καινοτόμου έργου, στη διατύπωση μιας νέας ιδέας ή στην επίλυση ενός προβλήματος που έχει αξία και νόημα για το άτομο, ή για το κοινωνικό του περιβάλλον ή ακόμα χρήζει παγκόσμιας αναγνώρισης, υπάρχει ακόμα μια συνεχιζόμενη διαφωνία ως προς τα άλλα κριτήρια που καθορίζουν τη δημιουργικότητα (Hennessey & Amabile, 2010). Ως εκ τούτου ποικίλες θεωρίες έχουν διατυπωθεί για να ορίσουν την έννοια και τον τρόπο αξιολόγησης της δημιουργικότητας (Sternberg, 2012).

1.2.1. Οι αρχικές θεωρίες των Guilford και Torrance

Η συστηματική έρευνα της δημιουργικότητας ξεκίνησε από τις ψυχομετρικές θεωρίες με τις ρηξικέλευθες ψυχολογικές μελέτες των Guilford και Torrance στα μέσα του 20ου αιώνα (Simonton, 2000; Sternberg, 2006, 2012). Ο Guilford ήταν ο πρώτος που εστίασε το ερευνητικό ενδιαφέρον των διαφόρων ψυχολογικών σχολών στη δημιουργικότητα, που διήρκησε για δύο δεκαετίες και έχει πυροδοτηθεί ξανά τις τελευταίες δεκαετίες (Simonton, 2000). Σύμφωνα με τον Guilford (1950, 1956, 1967) η δημιουργικότητα ορίζεται ως ένας συνδυασμός ικανοτήτων που είναι συνήθεις σε κάθε άτομο αλλά εκφράζονται και αναπτύσσονται σε διάφορα επίπεδα στον καθένα. Υπό αυτό το πρίσμα ο Guilford (1950, 1956, 1967) υποστήριζε ότι κάθε άτομο έχει τη δυνατότητα να είναι δημιουργικό και κατά συνέπεια οι διαφορές μεταξύ των ατόμων δεν είναι ποιοτικές αλλά ποσοτικές. Ο Guilford πρότεινε τρία βασικά χαρακτηριστικά ως παράγοντες της δημιουργικότητας, την ευελιξία, την ευχέρεια και την πρωτοτυπία που ακόμα αναγνωρίζονται ως παράγοντες της δημιουργικότητας όπως επίσης και της αποκλίνουσας σκέψης (Claxton et al., 2005).

Η θεωρητική προσέγγιση και η συνεισφορά του Torrance στο πεδίο της δημιουργικότητας είναι τεράστια και ακόμα σημαίνων αφού τα ψυχομετρικά τεστ του Torrance για την αξιολόγηση της δημιουργικότητας (που θα παρουσιαστούν στα επόμενα) χρησιμοποιούνται ευρέως σε διάφορα πλαίσια (Kim, 2006). Ο Torrance

(1993) προσδιόρισε τη δημιουργική σκέψη ως μια γνωστική διεργασία που συμπεριλαμβάνει την ανίχνευση της προβληματικής κατάστασης, το σχηματισμό των υποθέσεων και εικασιών σε σχέση με την προβληματική κατάσταση, την αξιολόγηση και εκτίμηση της, τη δοκιμή τους και πιθανότατα την αναθεώρηση και την επαναδοκιμή τους και τέλος την ανακοίνωση των αποτελεσμάτων. Επιπλέον ο Torrance (1965) υποστήριξε ότι τα βασικά στοιχεία της προσωπικότητας που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη της δημιουργικότητας είναι όπως περιγράφονται ακολούθως: η επιμονή, η ανεξαρτησία, η περιέργεια, η προθυμία να πάρει κάποιος ρίσκο, η έλλειψη συμμόρφωσης και συμβιβασμού, η έλλειψη φόβου αποτυχίας και η ευαισθησία και πως το κοινωνικό, οικογενειακό και εκπαιδευτικό περιβάλλον κατέχει σημαντικό ρόλο για την ανάπτυξη τους. Η άποψη αυτή του Torrance (1965) για την ανάπτυξη ή μη ανάπτυξη των προαναφερθέντων χαρακτηριστικών που εξαρτάται από το πώς το κοινωνικό, το οικογενειακό και το εκπαιδευτικό περιβάλλον ανταποκρίνεται σε αυτά επηρέασε αργότερα και τις μετέπειτα θεωρίες και τα συνθετικά μοντέλα της δημιουργικότητας (Lim & Smith, 2008; Sternberg, 2006). Κατά συνέπεια ένα υποστηρικτικό περιβάλλον (κοινωνικό, οικογενειακό, σχολικό που ενθαρρύνει την ανάπτυξη των προαναφερθέντων χαρακτηριστικών αποτελεί το κατάλληλο περιβάλλον για την ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης (Torrance, 1993).

1.2.2. Σύγχρονες θεωρίες και συνθετικά μοντέλα

Η δημιουργικότητα δεν μπορεί να απομονωθεί και να ποσοτικοποιηθεί, αφού πολυάριθμοι αλληλοσχετιζόμενοι παράγοντες εμπλέκονται στα πολλαπλά επίπεδα της δημιουργικότητας και των δημιουργικών διεργασιών (Hennessey & Amabile, 2010). Τα κυριότερα επίπεδα στα οποία η δημιουργικότητα ενεργεί από το πιο μικροσκοπικό στο πιο ευρύ επίπεδο είναι ως ακολούθως: νευροβιολογικό επίπεδο, συναισθηματικό επίπεδο, γνωστικό επίπεδο και εκπαίδευση, το επίπεδο των ατομικών χαρακτηριστικών και της προσωπικότητας, των ομάδων, του κοινωνικού περιβάλλοντος, της κοινωνίας και το τελευταίο επίπεδο αφορά ολόκληρες κουλτούρες (Hennessey & Amabile, 2010). Η γνωστική ανάπτυξη και κατά επέκταση η ανάπτυξη της δημιουργικότητας ορίζονται από πολλαπλούς αλληλεπιδρώντες παράγοντες, που είναι τόσο ατομικοί όσο και περιβαλλοντικοί (Claxton et al., 2005; Hennessey & Amabile, 2010; Simonton, 2000; Sternberg, 2006, 2012).

Η επίδραση των προαναφερθέντων παραγόντων και επιπέδων στα οποία αναπτύσσεται και εκφράζεται η δημιουργικότητα οδήγησε στα συνθετικά μοντέλα της δημιουργικότητας που μπορούν να κατηγοριοποιηθούν όπως και οι έρευνες της δημιουργικής ικανότητας σύμφωνα με τους παράγοντες του μοντέλου των Four P που αποτελεί ένα τρόπο οργάνωσης της έρευνας και των μοντέλων της δημιουργικότητας (Kaufman, Plucker, & Baer, 2008; Lubart, 2001; Runco, 2004). Το μοντέλο των Four P συνθέτεται από τέσσερις παράγοντες που καθορίζουν τη δημιουργικότητα, το δημιουργικό άτομο – creative person, τη δημιουργική διαδικασία – creative process, το δημιουργικό προϊόν – creative product και την δημιουργική «πίεση» του περιβάλλοντος – creative press, ανάλογα με τον παράγοντα που επικεντρώνεται το κάθε συνθετικό μοντέλο (Kaufman et al., 2008; Rhodes, 1961).

1.2.2.1. Δημιουργικό άτομο

Ο παράγοντας δημιουργικό άτομο περιλαμβάνει τα ατομικά χαρακτηριστικά όπως η νοημοσύνη, το γνωστικό υπόβαθρο και η προσωπικότητα και οι έρευνες του παράγοντα δημιουργικό άτομο επικεντρώνονται σε αυτά (Barron & Harrington, 1981; Kaufman et al., 2008; Runco, 2004). Τα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας των δημιουργικών ατόμων αφορούν το συγκερασμό αντιθετικών χαρακτηριστικών, την αυτοαντίληψη του ατόμου ως δημιουργικό, την υψηλή εκτίμηση της αισθητικής, της ποιότητας των εμπειριών, των διευρυμένων ενδιαφερόντων, την υψηλή ενεργητικότητα, την ανεξαρτησία, την αυτονομία, τη διαίσθηση, την αυτοπεποίθηση και την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων (Barron & Harrington, 1981; Runco, 2004). Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που αναδεικνύεται από την έρευνα για την προσωπικότητα είναι τα εσωτερικευμένα κίνητρα που έχουν τα δημιουργικά άτομα και τους επιτρέπει να μένουν ανεπηρέαστα από εξωτερικούς ανασταλτικούς παράγοντες της δημιουργικής σκέψης (Hennessey & Amabile, 2010; Runco, 2004).

Δύο συνθετικά μοντέλα που δίνουν έμφαση στον παράγοντα δημιουργικό άτομο είναι το «Πολυδιάστατο Μοντέλο της Δημιουργικότητας» της Amabile (Componential Theory of Creativity) και το μοντέλο της «Επενδυτικής Θεωρίας της Δημιουργικότητας» των Sternberg και Lubart (The Investment Theory of Creativity). Ενώ και τα δύο μοντέλα εστιάζουν στον παράγοντα άτομο το μοντέλο της «Επενδυτικής Θεωρίας της Δημιουργικότητας» του Sternberg εντούτοις διαφοροποιείται από το μοντέλο της Amabile γιατί δεν περιγράφει τις

αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων που καθορίζουν τη δημιουργικότητα αλλά το πώς οι διάφοροι ατομικοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν τη δημιουργικότητα. Το πρώτο συνθετικό μοντέλο προτάθηκε από την Amabile (1983, 2013) και προσέγγισε την δημιουργικότητα ως μια πολυπαραγοντική ικανότητα που καθορίζεται τόσο από τις γενικές όσο και τις ειδικές δημιουργικές δεξιότητες του ατόμου, από την προσωπικότητα, τα κίνητρα και από τις γνωστικές του ικανότητες, δίνοντας έμφαση στο επίδραση των παραγόντων του κοινωνικού περιβάλλοντος. Διέκρινε πέντε διαδοχικά στάδια της δημιουργικής διεργασίας λαμβάνοντας υπόψη τις κοινωνικές συνθήκες που αυτά πραγματοποιούνται και είναι: α) ο προσδιορισμός του προβλήματος, β) η προετοιμασία, γ) η γενίκευση της λύσης, δ) η επικύρωση της απάντησης και ε) η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικό πλαίσιο.

Σύμφωνα με το μοντέλο της «Επενδυτικής Θεωρίας της Δημιουργικότητας» το άτομο έχει τη δυνατότητα ανάπτυξης καινοτόμων δημιουργικών ιδεών υπερνικώντας τα εμπόδια που ενδεχομένως να προκύψουν (Sternberg & Lubart, 1999). Ο Sternberg (2006, 2012) διέκρινε έξι διακριτούς παράγοντες που εμπλέκονται στη δημιουργική διεργασία και καθορίζουν την έκφραση της δημιουργικότητας: α) διανοητικές ικανότητες που υποδιαιρούνται στη συνθετική ικανότητα που αφορά στην ικανότητα επίλυσης ενός προβλήματος με διαφορετικούς μη συμβατικούς τρόπους, στην αναλυτική που αφορά στην ικανότητα αναγνώρισης ιδεών και στην πρακτική ικανότητα που αποτελεί την ικανότητα της πειθούς για την χρησιμότητα και την αξία των ιδεών του ατόμου, β) στη γνώση ενός πεδίου που επιτρέπει στο άτομο να βρίσκει νέες ιδέες υπερβαίνοντας τα όρια που θέτει η προϋπάρχουσα αποκρυσταλλωμένη γνώση, γ) στον τρόπο σκέψης που συμβάλει στη λήψη αποφάσεων, δ) στα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας που επιτρέπουν την ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης, ε) στα εσωτερικευμένα κίνητρα και στ) στο υποστηρικτικό περιβάλλον που θα προσφέρει την κατάλληλη ανατροφοδότηση και ενθάρρυνση για την ανάπτυξη των δημιουργικών ιδεών.

1.2.2.2. Δημιουργική διεργασία

Οι έρευνες και τα μοντέλα που κατηγοριοποιούνται στον παράγοντα δημιουργική διαδικασία δίνουν έμφαση στην εμπειρία των δημιουργικών διεργασιών (Csikszentmihalyi, 1999; Kaufman et al., 2008). Συνεπώς το επίκεντρο των ερευνών

μετατίθεται από τον παράγοντα ατομικά χαρακτηριστικά στα αποτελέσματα της συμπεριφοράς των δημιουργικών ατόμων (Kaufman et al., 2008; Lubart, 2001; Runco, 2004).

Ένα μοντέλο που διαπραγματεύεται τη δημιουργικότητα με γνώμονα τη δημιουργική διεργασία είναι το συστηματικό μοντέλου του Csikszentmihalyi. Στο συστηματικό μοντέλο ο Csikszentmihalyi (1999) ορίζει τη δημιουργικότητα ως μια διαδικασία που εξαρτάται από την αλληλεπίδραση τριών παραγόντων, του ατόμου, του πολιτισμικού – συμβολικού τομέα (domain) και του κοινωνικού πεδίου (field). Οι κανόνες και οι γνώσεις του πολιτισμικού – συμβολικού τομέα μεταβιβάζονται στο άτομο και το άτομο επιδρώντας στις υπάρχουσες γνώσεις και στους υπάρχοντες κανόνες, παράγει δημιουργικό έργο που αλλάζει το περιεχόμενο του πολιτισμικού – συμβολικού τομέα με μόνιμο χαρακτήρα με την προϋπόθεση αυτή η αλλαγή που επιφέρει το δημιουργικό έργο να είναι κοινωνικά αποδεκτή και αναγνωρίσιμη στο συγκεκριμένο πλαίσιο (Csikszentmihalyi 1999).

1.2.2.3. Δημιουργική πίεση

Ο παράγοντας δημιουργική «πίεση» περιγράφει τη σχέση του ατόμου με το περιβάλλον και συγκεκριμένα την πίεση που ασκείται από αυτό στο δημιουργικό άτομο και στη δημιουργική διαδικασία (Runco, 2004). Η πίεση που ασκείται στο δημιουργικό άτομο είναι μια συνισταμένη πολλών παραγόντων όπως η κοινωνία, η οικογένεια, η κουλτούρα και έχει τόσο γενικευμένο χαρακτήρα όσο και το χαρακτήρα του προσωπικού βιώματος (Runco, 2004). Κατά συνέπεια η πίεση που ασκείται στο άτομο σχετίζεται με την εκάστοτε συνθήκη του περιβάλλοντος και τις πιθανές επιδράσεις της στη δημιουργικότητα που μπορεί είτε να ενισχύσουν είτε να αποτρέψουν ή να μην επηρεάσουν σε κανένα βαθμό τη δημιουργική σκέψη (Amabile & Grysiewicz, 1989; Runco, 2004).

Οι έρευνες στον συγκεκριμένο παράγοντα περιλαμβάνουν τόσο το εργασιακό όσο και το οικογενειακό περιβάλλον (Kaufman et al., 2008). Η δημιουργικότητα συνδέεται με το ενδιαφέρον που έχει το άτομο για τη δουλειά του, συγκεκριμένα παράγοντες που σχετίζονται με το εργασιακό περιβάλλον όπως η επαρκής ελευθερία, οι προκλήσεις στον εργασιακό χώρο, ο ανταγωνισμός, η αναγνώριση και η επικοινωνία έχουν θετική συσχέτιση με τη δημιουργικότητα και αντίστοιχα παράγοντες όπως η πίεση, ο συνεχής έλεγχος και η ανελευθερία παρουσιάζουν

αρνητική συσχέτιση με τη δημιουργικότητα (Amabile & Grysiewicz, 1989; Kaufman et al., 2008). Αντίστοιχα έρευνες δείχνουν τη θετική συσχέτιση της δημιουργικότητας και της δημιουργικής διεργασίας με το οικογενειακό περιβάλλον και ιδιαίτερα με την επίδραση της γονικής συμπεριφοράς στην ανάπτυξη της δημιουργικότητας στα παιδιά τους (Lim & Smith, 2008; Runco, 2004; Tennent & Berthelsen, 1997; Torrance, 1965). Ένας σημαντικός παράγοντας που φαίνεται να σχετίζεται θετικά με την ανάπτυξη της δημιουργικότητας είναι το υποστηρικτικό και το περιβάλλον επιβράβευσης της δημιουργικής σκέψης και συμπεριφοράς (Sternberg, 2006, 2012; Torrance, 1965). Οι βιογραφικές μελέτες όμως των πιο διάσημων δημιουργικών ατόμων του 20^{ου} αιώνα δείχνουν ότι το κοινό χαρακτηριστικό αυτών των ατόμων ήταν ότι προέρχονταν από αυστηρό, αποστερημένο και μη υποστηρικτικό οικογενειακό περιβάλλον (Koestner, Walker, & Fichman, 1999). Οι παραπάνω παράγοντες μπορεί να αποτελέσουν πιθανούς ενισχυτές ή πιθανά εμπόδια της δημιουργικής σκέψης ανάλογα με το υποκειμενικά χαρακτηριστικά και την εμπειρία του ατόμου (Runco, 2004).

1.2.2.4. Δημιουργικό έργο

Η πλειονότητα των ερευνών της δημιουργικότητας επικεντρώνονται στη μελέτη και αξιολόγηση του τέταρτου παράγοντα, του δημιουργικού έργου ή δημιουργικού προϊόντος (Kaufman et al., 2008). Ως δημιουργικό προϊόν ορίζεται το αποτέλεσμα της δημιουργικής διαδικασίας που μπορεί να είναι είτε ένα καλλιτεχνικό ή λογοτεχνικό έργο, είτε μια επιστημονική ανακάλυψη, είτε η λύση σε μια προβληματική κατάσταση της επιστήμης ή της καθημερινής ζωής (Kaufman et al., 2008). Η μελέτη και αξιολόγηση του δημιουργικού προϊόντος είναι υποκειμενική με αποτέλεσμα πολλές φορές είναι σύνηθες να μελετάται και να αξιολογείται η παραγωγικότητα και όχι η δημιουργικότητα κυρίως γιατί το προϊόν (δημιουργικό ή μη) είναι μετρήσιμο (Runco, 2004). Ενώ η δημιουργικότητα και η παραγωγικότητα είναι συναφείς όροι, το άτομο μπορεί να είναι παραγωγικό χωρίς να είναι δημιουργικό, αφού η παραγωγικότητα δεν προϋποθέτει την πρωτοτυπία (Runco, 2004). Οι Sternberg, Kaufman, & Pretz (2002) εισήγαγαν το Propulsion Model που αποτελεί ένα θεωρητικό μοντέλο που επικεντρώνεται στο δημιουργικό προϊόν. Σύμφωνα με το μοντέλο το δημιουργικό έργο παράγεται στο εκάστοτε υπάρχον πλαίσιο μέσω της προϋπάρχουσας γνώσης και εμπειρίας αλλά η συμβολή του

προκαλεί σημαντικό αντίκτυπο, επιφέρει αλλαγές και συμβάλει στην εξέλιξη του πλαισίου που παράγεται (Sternberg et al., 2002).

Κατά συνέπεια ο προσδιορισμός του δημιουργικού έργου θα πρέπει να εμπεριέχει τα δύο βασικά χαρακτηριστικά που αναγνωρίζονται από όλους τους θεωρητικούς και ερευνητές της έννοιας, από το 19^ο αιώνα έως σήμερα και είναι, η πρωτοτυπία, που μπορεί να αποδοθεί και ως καινοτομία και η αποτελεσματικότητα, με την έννοια της αξίας σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο (Kaufman et al., 2008; Lubart & Guignard, 2004; Runco & Jaeger, 2012). Το δημιουργικό προϊόν προκύπτει μέσω της δημιουργικής σκέψης από την προϋπάρχουσα γνώση ή τα προϋπάρχοντα διαθέσιμα μέσα και υλικά αλλά όταν ολοκληρωθεί αποτελεί κάτι καινοτόμο (Runco & Jaeger, 2012). Οι δύο έννοιες, πρωτοτυπία και αποτελεσματικότητα θα πρέπει να έχουν ταυτόχρονη ισχύ για να μπορεί ένα έργο, να χαρακτηριστεί δημιουργικό (Runco & Jaeger, 2012). Το κριτήριο του συγκεκριμένου πλαισίου, υποδηλώνει τη σχετικότητα του δημιουργικού έργου με την αναγκαιότητα της εκάστοτε κοινωνίας και του εκάστοτε πολιτισμού (Beghetto & Kaufman, 2007; Kaufman et al., 2008; Runco & Jaeger, 2012).

1.2.3. Γνωστική προσέγγιση της δημιουργικότητας

Η δημιουργικότητα αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα της ανθρώπινης γνωστικής ικανότητας (Abraham, Beudt, Ott, & Yves von Cramon, 2012; Kaufman et al., 2008; Runco, 2004; Sternberg, 2005; Wang, 2008; Ward, 2007; Weisberg, 2006). Κατά συνέπεια το ερευνητικό ενδιαφέρον έχει στραφεί στις γνωστικές διαδικασίες που σχετίζονται με τη δημιουργικότητα (Runco, 2004, 2007). Οι θεωρίες της γνωστικής προσέγγισης της δημιουργικότητας αφορούν τόσο τις βασικές γνωστικές διεργασίες που έχουν παγκόσμια αναγνώριση και ισχύ όπως η μνήμη, η προσοχή, η αντίληψη, τις διανοητικές ικανότητες όπως η αποκλίνουσα και η συγκλίνουσα σκέψη όσο και τις συσχετίσεις τους με τις ατομικές διαφορές όπως η νοημοσύνη και η γλώσσα που αντιστοίχως είναι κοινές για όλα τα άτομα (Runco, 2004, 2007).

1.2.3.1. Γνωστικές λειτουργίες, γνώση και νοημοσύνη

Σύμφωνα με τη γνωστική προσέγγιση της δημιουργικότητας, οι δημιουργικές ιδέες και τα πρωτότυπα και εφαρμόσιμα προϊόντα της δημιουργικής διαδικασίας

προκύπτουν από δύο αλληλεπιδρώντες παράγοντες: α) τις βασικές γνωστικές λειτουργίες που είναι κοινές σε όλα τα άτομα όπως επίσης και από β) την προϋπάρχουσα γνώση που διαμορφώνεται από τα πλαίσια (κοινωνικοπολιτισμικό, εκπαιδευτικό κ.α.) που επενεργεί το άτομο (Runco, 2004, 2007; Ward, 2007; Weisberg, 2006). Τα διαφορετικά μοντέλα και οι διαφορετικές προσεγγίσεις της δημιουργικότητας μπορεί να οδηγήσουν σε διαφορετικά είδη δημιουργικής σκέψης παρά στο να εξακριβώσουν τη φύση της δημιουργικότητας (Sternberg, 2005; Ward, Smith, & Finke, 1999). Σύμφωνα με τους Ward et al., (1999) υπάρχουν τρεις τομείς διαπραγμάτευσης της φύσης της δημιουργικής σκέψης που μπορούν να ειπωθούν ως συμπληρωματικοί και όχι ως αντικρουόμενοι: η προσανατολισμένη ή η μη σε ένα σκοπό σκέψη, οι εξειδικευμένες ή οι γενικευμένες δεξιότητες και η συστηματική ή η μη δομημένη σκέψη. Και στους τρεις τομείς διαπραγμάτευσης τα δεδομένα δείχνουν ότι όλες οι παραπάνω συνθήκες σχετίζονται με τη δημιουργική σκέψη και μπορούν να οδηγήσουν σε δημιουργική ιδέα ή σε δημιουργικό έργο διαφορετικού είδους (Sternberg, 2005; Ward et al., 1999).

Ο όρος τυπική σκέψη περιλαμβάνει ένα διευρυμένο σύνολο γνωστικών ικανοτήτων που συνοψίζονται στην απομνημόνευση, στην νοητική απεικόνιση, στο σχεδιασμό, στην πρόβλεψη του αποτελέσματος, στην επιλογή και κρίση των πράξεων που θα οδηγήσουν στο βέλτιστο αποτέλεσμα, στην απόφαση μεταξύ των εναλλακτικών δράσεων, στον καθορισμό των συνεπειών που προκύπτουν μέσω του επαγωγικού συλλογισμού, στην αντίληψη ενός γενικού σχεδίου μέσου παραγωγικού συλλογισμού, στην κατανόηση ενός προφορικού μηνύματος, στην αναγνώριση της αντιφατικότητας των μηνυμάτων και την ερμηνεία ενός εικονικού μηνύματος (Weisberg, 2006). Οι παραπάνω γνωστικές ικανότητες μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τέσσερις γενικές κατηγορίες που αποτελούν τις τέσσερις βασικές κατηγορίες της δημιουργικής σκέψης και είναι η μνήμη, ο σχεδιασμός, η κρίση και η λογική (Weisberg, 2006). Συνεπώς ο πληρέστερος προσδιορισμός της δημιουργικότητας προϋποθέτει τον προσδιορισμό των επιμέρους γνωστικών διεργασιών που καθορίζουν το δημιουργικό αποτέλεσμα και αποτελεί μια ιδέα ή ένα προϊόν (Ward, 2007).

Στους προαναφερθέντες παράγοντες, αν και δεν αποτελεί γνωστική λειτουργία θα πρέπει να προστεθεί η προϋπάρχουσα γνώση αφού ο κεντρικός της ρόλος στη δημιουργική σκέψη έχει ευρεία αναγνώριση αν και ο ρόλος της στη δημιουργική διαδικασία δεν έχει προσδιοριστεί (Abraham, 2013; Batey, Furnham, & Safiullina, 2010; Eysenck, 1993; Weisberg, 2006). Η προϋπάρχουσα γνώση έχει διττό ρόλο στη

δημιουργική σκέψη :τη δηλωτική και πρακτική γνώση που παρέχει στο άτομο τις δυνατότητες και τις επιλογές να επιλύει προβλήματα και στη διαδικαστική γνώση που εμπεριέχει τις τακτικές, τις μεθόδους και τις στρατηγικές που μαθαίνει το άτομο για να αντιμετωπίζει τις καταστάσεις και να επιλύει προβλήματα (Runco, 2004). Για να μπορέσει το άτομο να οδηγηθεί στη δημιουργική σκέψη απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη ενός επιπέδου προϋπάρχουσας γνώσης που ο βαθμός του δεν μπορεί να προσδιοριστεί, αφού ένα υψηλό επίπεδο γνώσης μπορεί να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα της δημιουργικής σκέψης (Abraham, 2013; Runco, 2004). Το άτομο επικεντρώνεται στη συσσώρευση και στην παγίωση των γνώσεων, εφαρμόζοντας τις ήδη καθιερωμένες τακτικές, μεθόδους και στρατηγικές που έχει μάθει με αποτέλεσμα την έλλειψη ευελιξίας και καινοτομίας στον τρόπο διαχείρισης των καταστάσεων και της επίλυσης προβλημάτων (Abraham, 2013; Runco, 2004).

Υπό το παραπάνω πρίσμα συμπεραίνεται η σχέση της δημιουργικότητας με τη νοημοσύνη, που αποτέλεσε για δεκαετίες και ακόμα αποτελεί ένα μείζον ζήτημα (Jauk, Benedek, Dunst, & Neubauer, 2013; Runco, 2004, 2007). Για περισσότερες από πέντε δεκαετίες κυρίως επειδή η δημιουργικότητα δεν αποτελούσε ξεχωριστό ερευνητικό πεδίο και δεν υπήρχαν αρκετά ερευνητικά δεδομένα, η δημιουργικότητα ταυτιζόταν με τη νοημοσύνη (Runco, 2007). Κατά συνέπεια οι έρευνες στράφηκαν στη διασαφήνιση της σχέσης μεταξύ των δύο δομών ώστε να εξακριβωθεί η φύση της, αφού αν αποτελούσαν δύο αλληλοεξαρτώμενες έννοιες θα αναπτύσσονταν ταυτόχρονα και δεν θα ήταν αναγκαία η μελέτη και η καλλιέργεια τους ως χωριστές δομές (Runco, 2007). Η σύγχρονη έρευνα έδειξε, ότι παρά την υψηλή συσχέτιση μεταξύ των δύο και των κοινών χαρακτηριστικών τους όπως οι γνωστικές διεργασίες που περιγράφηκαν στα προηγούμενα οι δύο δομές είναι διαφορετικές (Nusbaum & Silvia, 2011) . Συγκεκριμένα η νοημοσύνη εστιάζει στην αναλυτική ικανότητα, την προϋπάρχουσα γνώση, την λύση ενός γνωστού, δεδομένου προβλήματος ή προβλημάτων με την καλύτερη δυνατή γνωστή λύση ενώ η δημιουργικότητα εστιάζει με βάση την προϋπάρχουσα γνώση στην παραγωγή και εφαρμογή νέων και καινοτόμων ιδεών σε μη γνωστά και δεδομένα προβλήματα αλλά και στην επίλυση γνωστών και δεδομένων προβλημάτων με διαφορετικούς και νέους τρόπους (Lubart, Zenasni, & Barbot, 2013). Επιπλέον η νοημοσύνη οδηγεί στην ακαδημαϊκή επιτυχία ενώ η δημιουργικότητα οδηγεί στη δημιουργία μοναδικών έργων και ιδεών που χρήζουν αναγνώρισης στο συγκεκριμένο πλαίσιο που εκφράζονται (Lubart et al., 2013).

1.2.3.2. Γνωστικά μοντέλα

Αυτή η πολυπλοκότητα και η ετερογένεια των γνωστικών διεργασιών παρουσιάζεται στο Geneplore model όπου η προσέγγιση που ακολουθείται επιτρέπει τη μελέτη διαφόρων διακριτών νοητικών διεργασιών με κυριότερες την εννοιολογική επέκταση (conceptual expansion) που αφορά στην ικανότητα διεύρυνσης μιας υπάρχουσας εννοιολογικής δομής, οδηγεί στις καινοτόμες ιδέες και αποτελεί σημαντικό παράγοντα της δημιουργικής σκέψης, τη δημιουργική απεικόνιση (creative imagery) που αφορά στην ικανότητα της αφαίρεσης, την πρόσφατη αξιοποιούμενη γνώση, τη διορατική επίλυση προβλημάτων και την αποκλίνουσα σκέψη που συνθέτουν την δημιουργική σκέψη (Abraham, 2013; Abraham & Windmann, 2007; Smith, Ward, & Finke, 1995 ; Sternberg, 2005). Ο κοινός παρανομαστής αυτών των διεργασιών, παρά την ετερογένεια τους έγκειται στην παραγωγή των πιθανών ιδεών και στην διεύρυνση της εφαρμογής τους σε διάφορους τομείς (Abraham, 2013). Υπό αυτό το πρίσμα, η διάκριση μεταξύ τη δημιουργικής και της μη δημιουργικής σκέψης γίνεται με βάση το πλαίσιο στο οποίο οι προαναφερθείσες γνωστικές ικανότητες εφαρμόζονται και με βάση τις ίδιες τις γνωστικές ικανότητες (Abraham, 2013). Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, υπάρχουν δύο στάδια διεργασίας στη δημιουργική σκέψη το παραγωγικό όπου δημιουργούνται οι νοητικές αναπαραστάσεις και το διερευνητικό όπου αυτές οι αναπαραστάσεις γίνονται δημιουργικές ιδέες μέσω των νοητικών διεργασιών (Smith et al., 1995 ; Sternberg, 2005).

Ένα άλλο μοντέλο που περιγράφει την πολυπλοκότητα των γνωστικών διεργασιών της δημιουργικότητας είναι το μοντέλο των Sternberg και Davidson (Davidson, 1995; Sternberg, 2005). Το παραπάνω μοντέλο διακρίνει τρία είδη γνωστικών διεργασιών που σχετίζονται με τη δημιουργική σκέψη: την επιλεκτική κωδικοποίηση (selective coding) που αφορά στον διαχωρισμό και το φιλτράρισμα των πληροφοριών και ερεθισμάτων του περιβάλλοντος που είναι απαραίτητα για την επίλυση ενός προβλήματος ή για οποιοδήποτε συγκεκριμένο σκοπό ή έργο που αφορά το άτομο, τον επιλεκτικό συνδυασμό (selective combination) που περιλαμβάνει τη σύνθεση των επιλεκτικά κωδικοποιημένων πληροφοριών και ερεθισμάτων με ένα καινοτόμο και παραγωγικό τρόπο καθώς και την επιλεκτική σύγκριση (selective comparison) που αφορά στην σύγκριση, στη δημιουργία αναλογιών και στη συσχέτιση μεταξύ της προϋπάρχουσας γνώσης και των νέων πληροφοριών του περιβάλλοντος ώστε να οδηγεί το άτομο στην επίλυση ενός

προβλήματος, στην επίτευξη ενός συγκεκριμένου σκοπού ή ενός έργου (Davidson, 1995; Sternberg, 2005).

1.2.3.3. Δημιουργικές γνωστικές διεργασίες

Οι δημιουργικές γνωστικές διεργασίες χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες: α) την αναλυτική δημιουργική σκέψη (ή αποκλίνουσα δημιουργική σκέψη) που αφορά την από πάνω προς τη κάτω δημιουργική διεργασία που οδηγεί μέσω επαγωγικού συλλογισμού σε καινοτόμες λύσεις ενός δεδομένου προβλήματος, β) τη συνθετική δημιουργική σκέψη (ή συγκλίνουσα δημιουργική σκέψη) που αφορά την από κάτω προς τα πάνω δημιουργική διεργασία που μέσω παραγωγικού συλλογισμού οδηγεί σε μια καινοτόμα λύση ενός δεδομένου προβλήματος, γ) τη δημιουργική διεργασία που βασίζεται σε ένα δεδομένο και αφορά στην αφαιρετική δημιουργική διεργασία που ακολουθεί ανάλογη με αυτό επαγωγική, παραγωγική, απαγωγική και αναλογική μεθοδολογία και γ) την δημιουργική διεργασία επίλυσης προβλήματος που οδηγεί στην καινοτόμο λύση ενός προβλήματος θέτοντας δημιουργικούς στόχους ή/ και ακολουθώντας δημιουργικούς τρόπους επίλυσης του δεδομένου προβλήματος (Runco, 2007; Wang, 2008; Weisberg, 2006). Σύμφωνα με τον Eysenck, (1993, 2003) η αποκλίνουσα και η συγκλίνουσα σκέψη αποτελούν τις δύο πλευρές της ίδιας δομής αφού για την επίλυση ενός προβλήματος απαιτούνται και οι δύο σκέψεις. Ο όρος αποκλίνουσα σκέψη δεν είναι ταυτόσημος του όρου δημιουργική σκέψη αλλά αποτελεί τον τρόπο σκέψης που θα οδηγήσει σε πολλαπλές πρωτότυπες καινοτόμες ιδέες και λύσεις προβλημάτων ενώ ο όρος συγκλίνουσα σκέψη σε μια (Runco, 2007).

Η προϋπάρχουσα γνώση, όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα είναι εξεχούσης σημασίας, για κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες των δημιουργικών διεργασιών αφού αφενός η προϋπάρχουσα γνώση κατευθύνει την εξερεύνηση του περιβάλλοντος από το άτομο και αφετέρου η σκέψη και η κατεύθυνση των ενεργειών των ατόμου εξαρτώνται και καθορίζονται από τις προηγούμενες σκέψεις και ενέργειες αφού το επίπεδο γνώσης και εμπειρίας ενός ερεθίσματος του περιβάλλοντος συνεπάγεται το επίπεδο κατανόησης και επεξεργασίας του (Abraham, 2013; Weisberg, 2006). Σε μια διεργασία από κάτω προς τα πάνω το ερέθισμα του περιβάλλοντος επεξεργάζεται αισθητηριακά και αντιληπτικά, αντιστοιχίζεται με την προϋπάρχουσα εμπειρία και γνώση στο μνημονικό σύστημα και κατευθύνει την ενεργεία του ατόμου που οδηγεί στη δημιουργική σκέψη και στην επίλυση ενός δεδομένου προβλήματος (Runco,

2007; Wang, 2008; Weisberg, 2006). Σε μια διεργασία από πάνω προς τα κάτω ο βαθμός της προϋπάρχουσας γνώσης και εμπειρίας του ατόμου για ένα δεδομένο θέμα, πρόβλημα ή για μια δεδομένη συνθήκη καθορίζει το βαθμό που αυτό το ερέθισμα θα επεξεργαστεί αισθητηριακά και αντιληπτικά και κατά συνέπεια καθορίζει τη δημιουργική σκέψη και την επίλυση ενός προβλήματος (Runco, 2007; Wang, 2008; Weisberg, 2006).

Συνοπτικά οι τέσσερις βασικοί άξονες που διέπουν τη δημιουργική σκέψη είναι οι ακόλουθοι: α) το τελικό προϊόν είναι καινοτόμο και έχει αξία τόσο για το άτομο, όσο και για την κοινωνία ευρύτερα, β) η σκέψη και η συλλογιστική πορεία που οδήγησαν στο τελικό είναι μη συμβατικές και απαιτούν την τροποποίηση ή/και την απόρριψη των προϋπαρχουσών αποδεκτών ιδεών, γ) η σκέψη και η συλλογιστική πορεία απαιτούν υψηλά κίνητρα και επιμονή και αρκετό χρόνο και ένταση και δ) η δεδομένη κατάσταση ή το δεδομένο πρόβλημα δεν είναι οριοθετημένο ξεκάθαρα (Weisberg, 2006).

1.3. Δημιουργικότητα μια γενική ή μια ειδική ικανότητα;

Το ερώτημα αν η δημιουργικότητα αποτελεί μια γενικευμένη ικανότητα ή μια εξειδικευμένη ικανότητα που σχετίζεται με τους διάφορους τομείς όπως η τέχνη ή η επιστήμη ή συγκεκριμένα έργα όπως η επίλυση προβλημάτων δεν έχει απαντηθεί ακόμη και συνεχίζει να αποτελεί ένα μείζον ζήτημα (Lubart & Guignard, 2004; Silvia, Kaufman, & Pretz, 2009). Υπό αυτό το πρίσμα η γενική έννοια δημιουργικότητα απαιτεί μια περισσότερο εξελιγμένη προσέγγιση και έναν σαφή διαχωρισμό μεταξύ των συνιστωσών που την αποτελούν (Beghetto & Kaufman, 2007, 2009; Kaufman, 2002).

1.3.1. Το μοντέλο των Beghetto & Kaufman

Η έρευνα της δημιουργικότητας διευρύνθηκε με τη διάκριση της Big – C που συμβολίζει την διαπρεπή δημιουργικότητα, τη σπάνια αλλά εξαιρετικά σημαντική ικανότητα που έχει έναν αντίκτυπο μείζονος σημασίας στους άλλους και της little – c που συμβολίζει την καθημερινή ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και προσαρμοστικότητας (Beghetto & Kaufman, 2007; Kaufman, 2002). Εν τούτοις, και οι δύο αυτοί παράγοντες προσδιορίζονται μέσω εξωτερικών κριτηρίων και επομένως

ο ορισμός τόσο της Big- C όσο και της little -c προκύπτει από κριτήρια βασισμένα στις καταστάσεις και όχι σε κριτήρια που βασίζονται σε ένα σταθερό στοιχείο προσωπικότητας (Beghetto & Kaufman, 2007; Hennessey & Amabile, 2010; Kaufman, 2002). Οι Beghetto & Kaufman (2007) πρότειναν έναν νέο διαχωρισμό της δημιουργικότητας, mini - c που ορίζεται ως η καινοτόμα και προσωπική νοηματοδότηση των εμπειριών, των πράξεων και των γεγονότων. Υπό αυτό το πλαίσιο η mini - c, μοιράζεται κοινά χαρακτηριστικά με τους προηγούμενους ορισμούς αλλά αναγνωρίζει τόσο την αναπτυξιακή διάσταση, το διαπροσωπικό κριτήριο της δημιουργικότητας όσο και τη σημαντική συσχέτιση της με τη μαθησιακή διεργασία (Beghetto & Kaufman, 2007).

Οι Kaufman & Beghetto (2009) διεύρυναν αργότερο το μοντέλων των τριών C προσθέτοντας μια τέταρτη διάσταση την Pro - c Creativity. Ως Pro - c δημιουργικότητα όρισαν τη δημιουργικότητα του επαγγελματικού επιπέδου που όμως δεν έχει την ευρεία αναγνώριση και οι δημιουργοί της το κύρος των δημιουργών της Big - C δημιουργικότητας. Σε αυτοί την κατηγορία της Pro - c εντάσσονται όλοι οι επαγγελματίες και τα έργα του ακαδημαϊκού τομέα (όπως καθηγητές μαθηματικών, φυσικής κ.α.), του τεχνολογικού τομέα, της αρχιτεκτονικής, των τεχνών, της ποίησης και της λογοτεχνίας (Beghetto & Kaufman, 2009).

Οι βιογραφικές μελέτες εξαιρετικά δημιουργικών ατόμων όπως των προσωπικοτήτων της Αναγέννησης αλλά και μεταγενέστερων επιστημόνων διαφόρων τομέων που συνέβαλαν σημαντικά και άλλαξαν την πορεία σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας που ασχολήθηκαν έδειξαν ότι το δημιουργικό τους δυναμικό ήταν πολύ υψηλό σε πολλά επίπεδα αφού μπορούσαν ταυτόχρονα να συμβάλουν στην ανάπτυξη της αστρονομίας, της φυσικής, των μαθηματικών, της ιατρικής, της φιλοσοφίας και να παράγουν καινοτόμο και μοναδικό έργο στην ποίηση, τη ζωγραφική, τη γλυπτική και την αρχιτεκτονική (Beghetto & Kaufman, 2009; Sriraman, 2009b). Η ανάπτυξη του δημιουργικού δυναμικού ενός ατόμου σε πολλά επίπεδα δημιουργεί το ερώτημα αν το πολυεπίπεδο δημιουργικό δυναμικό χαρακτηρίζει μόνο συγκεκριμένους ανθρώπους ή είναι κοινό χαρακτηριστικό όλων των ανθρώπων, δηλαδή αν το κάθε άτομο μπορεί να έχει δημιουργικό δυναμικό σε πολλαπλούς μη συσχετιζόμενους τομείς ή αν το δημιουργικό του δυναμικό περιορίζεται σε έναν ή σε περισσότερους συσχετιζόμενους τομείς (Beghetto & Kaufman, 2007, 2009; Plucker & Beghetto, 2004; Plucker & Zabelina, 2009).

Ένα άλλο ζήτημα που προκύπτει από το παραπάνω είναι ο τρόπος προσδιορισμού του πολυεπίπεδου δημιουργικού δυναμικού (Beghetto & Kaufman, 2009). Ο τρόπος προσδιορισμού του εγείρει το ζήτημα της διάκρισης της δημιουργικότητας που περιγράφηκε παραπάνω ως Big – C, mini – c little – c και Pro – c καθώς και το βαθμό έκφρασης του πολυεπίπεδου δημιουργικού δυναμικού του ατόμου, δηλαδή αν θα πρέπει να είναι ίδιος σε όλους τους τομείς που εκφράζεται ή αν θα θεωρείται ότι το άτομο διαθέτει πολυεπίπεδο δημιουργικό δυναμικό αν εκφράζει διαφορετικά επίπεδα δημιουργικής ικανότητας στους διάφορους τομείς της δραστηριότητας του (Beghetto & Kaufman, 2009). Σύμφωνα με τους Plucker και Zabelina (2009) ένα μέρος των σύγχρονων ερευνητών προσδιορίζει τη δημιουργικότητα ως μια γνωστική ικανότητα συγκεκριμένου τομέα ένα κάποιιοι άλλοι, χωρίς να αμφισβητούν τον ειδικό χαρακτήρα της δημιουργικότητας υποστηρίζουν ότι υπάρχει η πιθανότητα της δημιουργικής πολυμάθειας και η διάχυση τους σε πολλούς τομείς.

1.4. Αξιολόγηση της Δημιουργικότητας

Σύμφωνα με τους Plucker and Renzulli (1999), η αξιολόγηση και η έρευνα της δημιουργικότητας και της δημιουργικής διαδικασίας, χωρίζεται σε πέντε κατηγορίες: α) την ψυχομετρική που επικεντρώνεται στο άτομο και τις δημιουργικές διεργασίες, β) την πειραματική που χρησιμοποιεί παρόμοιες μεθόδους και τεστ με την ψυχομετρική αλλά διαφέρει στο ότι εστιάζει στο δημιουργικό έργο, γ) τη βιογραφική που αφορά τη μελέτη περιπτώσεων εξεχόντων δημιουργικών ατόμων χρησιμοποιώντας ποιοτικές μεθόδους, δ) την ιστορική που μελετά τη δημιουργικότητα μέσω ιστορικών δεδομένων και αυτοαναφορών και ε) τη βιολογική που έχει ως αντικείμενο τη νευροφυσιολογία του εγκεφάλου και των λειτουργιών που εμπλέκονται στη δημιουργική σκέψη όπως και των δημιουργικών και γνωστικών νευροψυχολογικών διεργασιών. Στα επόμενα περιγράφονται κάποιοι από τους τρόπους αξιολόγησης της δημιουργικότητας στο εκπαιδευτικό πλαίσιο.

1.4.1. Ψυχομετρική και Πειραματική Αξιολόγηση

Η αρχική έρευνα ακολουθεί μια ψυχομετρική προσέγγιση για την εκτίμηση και αξιολόγηση των πτυχών της αποκλίνουσας σκέψης που θεωρούνταν οι βασικές

συνιστώσες της δημιουργικότητας (Claxton et al., 2005; Cropley, 1999; Simonton, 2000; Sternberg, 2006). Η μετατόπιση του ερευνητικού ενδιαφέροντος από την αποκλίνουσα σκέψη στην επιπρόσθετη αξιολόγηση και εκτίμηση των κινήτρων και της προσωπικότητας όπως και στην αξιολόγηση και εκτίμηση των γνωστικών και ψυχοσυναισθηματικών διεργασιών προέκυψε αργότερα (Claxton et al., 2005; Cropley, 1999). Η αξιολόγηση των δημιουργικών διεργασιών, της δημιουργικής ικανότητας και του δημιουργικού προϊόντος γίνεται μέσω των τεστ αποκλίνουσας σκέψης (Kaufman et al., 2008).

Στα ακόλουθα παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποια από τα πιο διαδεδομένα τεστ αποκλίνουσας σκέψης που χρησιμοποιούνται ευρέως και σήμερα στα πλαίσια της εκπαιδευτικής και της ψυχομετρικής έρευνας. Οι δοκιμασίες αξιολόγησης που παρουσιάζονται, είναι το τεστ της δομής της νόησης του Guilford, Structure of the Intellect, το τεστ των απομακρυσμένων συνδέσεων (Remote Associates Test) του Mednick, το τεστ δημιουργικής σκέψης του Torrance, Torrance's Tests of Creative Thinking που αποτελούν δοκιμασίες της ψυχομετρικής αξιολόγησης καθώς και η τεχνική της Συναινετικής Αξιολόγησης (Consensual Assessment Technique) των Baer και Kaufman που αποτελεί δοκιμασία της πειραματικής αξιολόγησης της δημιουργικότητας. Αναλυτικά:

1.4.1.1. Τεστ της δομής της νόησης του Guilford (Structure of the Intellect)

Η δοκιμασία του Guilford «Δομή της Νόησης» οργανώνει διάφορες ικανότητες σε τρεις διαστάσεις που η κάθε μια έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά: το περιεχόμενο που αναφέρεται στην προσοχή που δίνει το άτομο στα διαφορετικά χαρακτηριστικά μιας πληροφορίας (όπως τα αισθητηριακά, τα συμβολικά, τα συμπεριφορικά), το προϊόν που σχετίζεται με τα είδη των πληροφοριών που επεξεργάζεται το άτομο από το περιεχόμενο της πληροφορίας (όπως λέξεις, σχήματα, σχέσεις, συστήματα κ.α.) και τη διαδικασία που περιγράφει τις γνωστικές διεργασίες (όπως αποκλίνουσα παραγωγή, αξιοποίηση προϋπάρχουσας γνώσης κ.α.). Ο Guilford υποστήριξε ότι ο συνδυασμός των ικανοτήτων κάθε διάστασης θα είναι διαφορετικός για το κάθε άτομο.

1.4.1.2. Τεστ Απομακρυσμένων Συνδέσεων του Mednick (Remote Associates Test)

Ο Mednick (1968) υποστήριξε ότι τα δημιουργικά άτομα είναι καλύτερα στην εξεύρεση απομακρυσμένων ιδεών. Στη δοκιμασία του για την αξιολόγηση της δημιουργικής σκέψης, Remote Associates Test (RAT) εμπεριέχονται 30 θέματα που το καθένα έχει τρία δοθέντα στοιχεία και ένα κενό που πρέπει να συμπληρωθεί από το συμμετέχοντα.

1.4.1.3. Τεστ Δημιουργικής Σκέψης του Torrance (Torrance's Tests of Creative Thinking)

Το TTCT (Torrance's Tests of Creative Thinking), δημιουργήθηκε από τον Torrance το 1966 και αποτελείται από δύο κλίμακες το TTCT- Verbal που αποτελεί τη λεκτική κλίμακα και το TTCT – Figural που αποτελεί την καλλιτεχνική κλίμακα. Το τεστ δημιουργικής σκέψης του Torrance αξιολογεί τέσσερις γνωστικές δημιουργικές διεργασίες : α) την ευχέρεια (fluency) που αφορά στο πλήθος των σχετικών λύσεων, β) την ευελιξία (flexibility) που προσδιορίζεται ως η διαφοροποίηση ή η εναλλαγή στις κατηγορίες των απαντήσεων, γ) την πρωτοτυπία (originality) που σχετίζεται με την πρωτοτυπία των απαντήσεων και δ) την επεξεργασία (elaboration) που αναφέρεται στον αριθμό των λεπτομερειών που χρησιμοποιούνται σε μια απάντηση.

1.4.1.4. Τεχνική της Συναινετικής Αξιολόγησης (Consensual Assessment Technique)

Ένας τρόπος αξιολόγησης του δημιουργικού προϊόντος είναι η τεχνική της Συναινετικής Αξιολόγησης (Consensual Assessment Technique) που χρησιμοποιείται ευρέως στην έρευνα της δημιουργικότητας για την αξιολόγηση των καλλιτεχνικών και λογοτεχνικών δημιουργικών προϊόντων (Baer, Kaufman, & Gentile, 2004; Hennessey & Amabile, 1999). Η αξιολόγηση του δημιουργικού προϊόντος όταν πρόκειται για την επίλυση μιας προβληματικής κατάστασης γίνεται μέσω των τεστ αποκλίνουσας σκέψης (Kaufman et al., 2008). Η αξιολόγηση αυτών των δημιουργικών προϊόντων γίνεται κάτω από αυστηρές πειραματικές συνθήκες, όπου

το δημιουργικό έργο παράγεται σύμφωνα με τις οδηγίες που χορηγούνται στα άτομα και ο χαρακτηρισμός του ως δημιουργικό ή μη αποδίδεται έπειτα από τη συναίνεση των ειδικών (Hennessey & Amabile, 1999; Kaufman et al., 2008). Ο περιορισμός της τεχνικής έγκειται στο ότι αποκλείονται από την αξιολόγηση τα έργα που προέκυψαν εκτός πειραματικής διάταξης και συνθηκών έλεγχου (Baer et al., 2004).

1.4.2. Αξιολόγηση του δημιουργικού δυναμικού

Πριν περιγραφούν οι τρόποι αξιολόγησης του δημιουργικού δυναμικού επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός της έννοιας δημιουργικό δυναμικό.

1.4.2.1. Προσδιορισμός του δημιουργικού δυναμικού

Ο Gagné (2004) διαχώρισε τους όρους χαρισματικότητα και ταλέντο υποστηρίζοντας ότι η χαρισματικότητα αποτελεί έναν όρο που περιγράφει την εξαιρετική ικανότητα ή τις εξαιρετικές ικανότητες ενός ατόμου ενώ ο όρος ταλέντο περιγράφει την επίτευξη, «το αποτέλεσμα» της συστηματικής ανάπτυξης των εξαιρετικών ικανοτήτων του ατόμου με την προϋπάρχουσα γνώση. Κατά αναλογία την ίδια διάκριση έκαναν οι Lubart et al. (2013) στο δυναμικό και την επίτευξη στο πλαίσιο της δημιουργικότητας. Προσδιόρισαν την έννοια του δημιουργικού δυναμικού ως τις ικανότητες που υπάρχουν εν δυνάμει στο άτομο, χωρίς αυτό να έχει συνειδητή γνώση της ύπαρξης αυτών των ικανοτήτων και χωρίς απαραίτητα αυτές να εκδηλωθούν σε όλη τη διάρκεια της ζωής του ατόμου. Υποστήριξαν ότι το δυναμικό μπορεί να αξιοποιηθεί αν στο άτομο παραχθούν οι κατάλληλες συνθήκες από το περιβάλλον του και πως διαφέρει τόσο από άτομο σε άτομο όσο και σε ατομικό επίπεδο από έναν τομέα δραστηριοτήτων σε έναν άλλο (εκπαιδευτικό, κοινωνικό, εργασιακό κ.α.). Σύμφωνα με τους Lubart et al. (2013) ο βαθμός στον οποίο ένα άτομο εμφανίζει διαφορετικά επίπεδα δυναμικού σε τομείς και εργασίες εξαρτάται από τη φύση των απαιτήσεων του τομέα ή της εργασίας αλλά και από τους γνωστικούς και τους μη γνωστικούς παράγοντες που εμπλέκονται σε κάθε έργο.

Το δημιουργικό δυναμικό αποτελεί έναν συγκερασμό διακριτών αλλά αλληλένδετων παραγόντων, που περιγράφηκαν στα προηγούμενα, όπως ορισμένες πτυχές της νοημοσύνης, των γνωστικών διεργασιών, της προϋπάρχουσας γνώσης, της προσωπικότητας, των κινήτρων (Sternberg & Lubart, 1999). Το δημιουργικό

δυναμικό εκδηλώνεται όταν το άτομο εμπλακεί σε μια δημιουργική διαδικασία, δηλαδή σε μια σειρά από σκέψεις που πράξεις που θα οδηγήσουν στην παραγωγή μιας δημιουργικής ιδέας ή ενός δημιουργικού έργου μέσω της αποκλίνουσας – διερευνητικής δημιουργικής σκέψης ή / μέσω της συγκλίνουσας – συνθετικής δημιουργικής σκέψης (Lubart, 2001; Lubart et al., 2013).

1.4.2.2. Μέτρηση του δημιουργικού δυναμικού

Για την αξιολόγηση του δημιουργικού δυναμικού ακολουθούνται δύο κύριες προσεγγίσεις, η πρώτη είναι η ολιστική προσέγγιση που βασίζεται στη δημιουργική διαδικασία και η δεύτερη είναι η αναλυτική που βασίζεται στο παράγοντες που καθορίζουν το δημιουργικό προφίλ του ατόμου (Lubart et al., 2013).

Στην πρώτη προσέγγιση αξιολογείται το δημιουργικό δυναμικό, δηλαδή δυνητικά το τι μπορεί να κάνει να κάνει το άτομο και όχι σε τι αποτέλεσμα (δημιουργικό επίτευγμα) μπορεί να οδηγηθεί, ενεργοποιώντας τα γνωστικά και τα μη γνωστικά χαρακτηριστικά του, σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο εργασίας. Έτσι στο άτομο παρουσιάζεται μια δραστηριότητα ορισμένης χρονικής διάρκειας και του ζητείται να παράγει δημιουργικό έργο σε συγκεκριμένο χρόνο. Το δημιουργικό δυναμικό του ατόμου προσδιορίζεται σε σύγκριση με το δημιουργικό δυναμικό άλλων ατόμων που έχουν αξιολογηθεί μέσω της ίδιας δραστηριότητας (Lubart et al., 2013). Οι Lubart, Besançon, and Barbot (2012) με βάση αυτή την προσέγγιση κατασκεύασαν τη δοκιμασία αξιολόγησης του δημιουργικού δυναμικού EPoC Evaluation of Potential Creativity που θα παρουσιαστεί αναλυτικά στη Μεθοδολογία αφού αποτελεί τη δοκιμασία αξιολόγησης του δημιουργικού δυναμικού της παρούσας έρευνας. Η δοκιμασία παρέχοντας τη δυνατότητα της ταυτόχρονης αξιολόγησης της αποκλίνουσας και της συγκλίνουσας σκέψης σε διάφορους τομείς της δημιουργικής διεργασίας επιτρέπει τη δημιουργία ενός προσωπικό προφίλ των πλαισίων εργασίας, που δείχνει τις σχετικές δυνατότητες και αδυναμίες του κάθε παιδιού σε κάθε τομέα. Μέσω αυτής της πολυμετάβλητης προσέγγισης εκτιμούνται τόσο τα γνωστικά όσο και τα μη γνωστικά χαρακτηριστικά της δημιουργικότητας, καθώς και οι επιπτώσεις αυτής της αλληλεπίδρασης καθιστώντας έτσι το EPoC μια δυναμική προσέγγιση για τη μέτρηση του δημιουργικού δυναμικού (Lubart et al., 2013).

Στη δεύτερη προσέγγιση το άτομο δεν καλείται να παράγει δημιουργικό έργο αλλά αξιολογείται μέσα από μια σειρά δοκιμασιών όπως ερωτηματολόγια ώστε να

δημιουργηθεί ένα προφίλ των γνωστικών και μη γνωστικών δημιουργικών χαρακτηριστικών του ατόμου, επιτρέποντας την καταγραφή των ατομικών παραγόντων του δημιουργικού δυναμικού (Lubart et al., 2013). Για να στοιχειοθετηθεί ένα κατά το δυνατό πληρέστερο προφίλ οι Lubart et al. (2013) πρότειναν την αξιολόγηση πέντε γνωστικών : α) αποκλίνουσα σκέψη, β) αναλυτική σκέψη, γ) γνωστική ευελιξία, δ) συνειρμική σκέψη, ε) επιλεκτικό συνδυασμό στοιχείων και πέντε μη γνωστικών παραγόντων : α) ανοχή της ασάφειας, β) ανάληψη ρίσκων, γ) ανοικτότητα στη νέα εμπειρία, δ) διαίσθηση, ε) κίνητρα για δημιουργία της δημιουργικότητας. Με άλλα λόγια η δεύτερη προσέγγιση αξιολογεί το εν δυνάμει δημιουργικό προφίλ του ατόμου.

2. Μέρος δεύτερο: Μαθηματική Δημιουργικότητα

Στο δεύτερο μέρος επιχειρήθηκε η προσέγγιση της Μαθηματικής Δημιουργικότητας. Αρχικά παρουσιάζονται τα ζητήματα σχετικά με τη φύση των Μαθηματικών, έπειτα προσδιορίζεται η έννοια της Μαθηματικής Δημιουργικότητας, ο προσδιορισμός της και οι τρόποι καλλιέργειας της στο χώρο του σχολείου, στη συνέχεια η σχέση της Μαθηματικής Δημιουργικότητας με τη Μαθηματική Ικανότητα και την επίδοση στα Μαθηματικά και τέλος οι τρόποι αξιολόγησης της Μαθηματικής Δημιουργικότητας.

2.1. Ζητήματα σχετικά με τη φύση των Μαθηματικών

Το πιο σημαντικό ζήτημα σχετικά με τη φύση των μαθηματικών είναι αν η μαθηματική γνώση δημιουργείται ή ανακαλύπτεται (Ernest, 1994a, 1994b; Sriraman, 2004b). Ανάλογα με τις πεποιθήσεις που έχει και τον τρόπο που ο κάθε ερευνητής μαθηματικός ερμηνεύει τη φύση της επιστήμης του επηρεάζει τον τρόπο που διεξάγεται η μαθηματική έρευνα (Davis & Hersh, 1998; Sriraman, 2004b; Sriraman, Haavold, & Lee, 2013). Στη βιβλιογραφία σημειώνονται τέσσερις επικρατέστερες απόψεις σχετικά με τη φύση των Μαθηματικών και είναι ο Πλατωνισμός, ο Φορμαλισμός, ο Λογικισμός (ή Λογικοκρατία) και ο Κονστρουκτιβισμός (ενσωματώνοντας τον Ενορατισμό) (Sriraman, 2004b; Sriraman et al., 2013).

Η ύπαρξη, η φύση και η προέλευση των Μαθηματικών ως επιστήμη ερμηνεύεται από δύο αντιδιαμετρικές προσεγγίσεις: η πρώτη αποτελεί τη θεώρηση του Πλάτωνα και η δεύτερη την «αντί – πλατωνική» ή «φορμαλιστική θεωρία» (Balaguer, 2001; Davis & Hersh, 1998; Hersh, 1997; Liljedahl & Allan, 2013). Σύμφωνα με την προσέγγιση του Πλάτωνα τα Μαθηματικά και η μαθηματική γνώση υπήρχαν ανεξάρτητα από τον άνθρωπο και ανακαλύφθηκαν από τον άνθρωπο όπως ο φυσικός κόσμος και οι σχέσεις που τον διέπουν (Davis & Hersh, 1998; Hersh, 1997; Liljedahl & Allan, 2013). Η «φορμαλιστική θεωρία» βρίσκεται στον αντίποδα και κατά συνέπεια υποστηρίζει ότι τα Μαθηματικά και η μαθηματική γνώση αποτελούν προϊόν της ανθρώπινης σκέψης και δημιουργήθηκαν όπως ο πολιτισμός και η τεχνολογία (Hersh, 1997; Liljedahl & Allan, 2013). Κάποιοι μαθηματικοί τείνουν να υιοθετούν είτε τη μία προσέγγιση, είτε την άλλη, αλλά η πλειοψηφία υιοθετεί

στοιχεία και από τις δύο θεωρίες (Liljedahl & Allan, 2013; Stewart, Hersh, & Pekonen, 2007). Η μαθηματική γνώση μπορεί να ανακαλυφθεί, σύμφωνα με τη θεωρία του Πλάτωνα στις ήδη υπάρχουσες σχέσεις στην άλγεβρα και στη γεωμετρία ή να δημιουργηθεί σύμφωνα με τη φορμαλιστική θεωρία όταν ένας μαθηματικός σκόπιμα δημιουργεί ένα νέο μαθηματικό θεώρημα ή έναν αλγόριθμο, χωρίς όμως να υπάρχουν σαφή και αυστηρά όρια διάκρισης μεταξύ «ανακάλυψης» και «δημιουργίας» ώστε να αποφεύγεται η σύγχυση (Liljedahl & Allan, 2013; Stewart et al., 2007).

Ο Λογικισμός αποτελεί μια τρίτη επικρατούσα προσέγγιση της φύσης των Μαθηματικών και στηρίζεται στην παραδοχή ότι όλες οι επιστημονικές – μαθηματικές αλήθειες και θεωρήματα όπως και η εξαγωγή συμπερασμάτων θα πρέπει να πληρούν το κριτήριο της λογικής, δηλαδή στο ότι θα πρέπει να αποδεικνύονται με βάση τα αξιώματα και τους κανόνες της λογικής (Ernest, 1994a; Sriraman et al., 2013). Μια άλλη σημαντική σχολή σκέψης που αναπτύχθηκε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα και προσδιορίζει τη φύση των Μαθηματικών, αποτελεί ο Κονστρουκτιβισμός (Ernest, 1994a; Sriraman et al., 2013). Ο Κονστρουκτιβισμός ενσωμάτωσε τις αρχές του Ενωρατισμού και προέκυψε από τις αντιθέσεις στην απολυτότητα της μαθηματικής γνώσης (Ernest, 1994a). Οι θεωρητικοί του υποστήριζαν πως η μαθηματική αλήθεια και η διατύπωση των θεωρημάτων θα πρέπει να προσδιορίζονται μέσα από εποικοδομητικές - διαισθητικές μεθόδους και υπογράμμισαν ότι ο ανθρώπινος παράγοντας είναι θεμελιώδης για τη δημιουργία της νέας γνώσης (Ernest, 1994a, 2005; Sriraman, 2004b, 2009a; Sriraman et al., 2013).

2.2. Η έννοια της Μαθηματικής Δημιουργικότητας

Ο τρόπος προσέγγισης της φύσης των Μαθηματικών καθορίζει και τον τρόπο προσέγγισης της Μαθηματικής Δημιουργικότητας αφού η απάντηση στο αν τα Μαθηματικά «δημιουργούνται» ή «ανακαλύπτονται» προσδίδει διαφορετική έννοια και βαρύτητα στον όρο (Sriraman, 2009a). Αναμφισβήτητα όμως, όπως η σύγχρονη έρευνα έχει δείξει, η μαθηματική δημιουργικότητα αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της ανώτερης μαθηματικής σκέψης γιατί συμβάλει καθοριστικά στην ανάπτυξη και στην εξέλιξη των Μαθηματικών ως επιστημονικού τομέα μέσω της «δημιουργίας» νέων αξιωμάτων και θεωρημάτων (Ervynck, 1991; Haylock, 1997; R. Leikin & Pitta-Pantazi, 2013; Mann, 2006, 2009; Sriraman, 2004a,

2009a; Sriraman et al., 2013). Συνεπώς το επιστημονικό ενδιαφέρον έχει στραφεί τόσο στη μελέτη της μαθηματικής δημιουργικότητας των εξεχόντων μαθηματικών εκπροσώπων του επιστημονικού τομέα των Μαθηματικών (Sriraman, 2004a, 2009a; Sriraman et al., 2013) όσο και στη μελέτη της μαθηματικής δημιουργικότητας των παιδιών που αναπτύσσεται στο εκπαιδευτικό πλαίσιο (Anderson, Krathwohl, & Bloom, 2001; Krathwohl, 2002; Sriraman et al., 2013).

Ένα από τα μεγαλύτερα ζητήματα στη διερεύνηση της μαθηματικής δημιουργικότητας, όπως και στη διερεύνηση της δημιουργικότητας, είναι η έλλειψη ενός συνεκτικού, επικρατούντος και ευρέως αποδεκτού ορισμού του όρου μαθηματική δημιουργικότητα (Haylock, 1997; Leikin, 2009, 2013; Leikin, Berman, & Koichu, 2009; Mann, 2006, 2009; Sriraman, 2009a; Sriraman et al., 2013; Treffinger, Young, Selby, & Shepardson, 2002). Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας από τους Treffinger et al. (2002) έδειξε ότι υπάρχουν πολυάριθμοι τρόποι που η μαθηματική δημιουργικότητα μπορεί να εκφραστεί και παρέθεσαν περίπου εκατό ορισμούς που επιχειρούν να προσδώσουν την έννοια της.

Παρόλη την πληθώρα των ορισμών και την αδυναμία κοινής προσέγγισης της έννοιας, η μαθηματική δημιουργικότητα προσδιορίζεται με βάση ευρέως αποδεκτών παραμέτρων και κριτηρίων της δημιουργικότητας (που περιγράφηκαν στα προηγούμενα) και είναι το δημιουργικό άτομο το δημιουργικό προϊόν, η δημιουργική διεργασία και το δημιουργικό περιβάλλον (Haylock, 1997; Sriraman et al., 2013). Ένα πολύ σημαντικό κριτήριο της μαθηματικής δημιουργικότητας είναι η υπέρβαση των ορίων που θέτει ο καθιερωμένος, τυπικός και στατικός τρόπος σκέψης και επίλυσης και η επιλογή ενός διαφορετικού τρόπου σκέψης που δεν θα οδηγήσει απαραίτητα στη λύση ενός προβλήματος (Haylock, 1997; Krutetskii, 1977; Mann, 2006). Επιπλέον ένα άλλο κριτήριο είναι η διάκριση μεταξύ της μαθηματικής δημιουργικής σκέψης και της συστηματικής εφαρμογής και εξάσκησης των πολλαπλών και διαφοροποιημένων στρατηγικών επίλυσης ενός προβλήματος που το άτομο έχει μάθει να χρησιμοποιεί (Balka, 1974; Mann, 2006). Η μαθηματική δημιουργική σκέψη, όπως έχει αναφερθεί και στα προηγούμενα εμπεριέχει τη διεύρυνση των γνώσεων και στρατηγικών του ατόμου με την ανακάλυψη νέων που θα προσφέρουν στον επιστημονικό τομέα των Μαθηματικών και όχι με τη συστηματική επανάληψη του υπάρχοντος ρεπερτορίου του όσο εξελιγμένο και αν είναι (Mann, 2006).

2.3. Ιστορική αναδρομή

Οι πρώτες προσπάθειες για τον προσδιορισμό και τη διερεύνηση της μαθηματικής δημιουργικότητας εντοπίζονται στις αρχές του 20ου αιώνα από την πρωτοποριακή μελέτη του μαθηματικού Henri Poincaré που αργότερα συνεχίστηκαν από το μαθηματικό Jacques Hadamard, καθώς και από τις μελέτες του μαθηματικού George Polya (Liljedahl & Allan, 2013; Sriraman et al., 2013).

Ο Poincaré (1952) στις αρχικές του μελέτες έδωσε έναν ευρύ ορισμό της μαθηματικής δημιουργικότητας και την περιέγραψε ως διάκριση ή επιλογή του κατάλληλου συνδυασμού ιδεών. Η ικανότητα επιλογής μιας μικρής μειοψηφίας ιδεών που είναι σωστές και χρήσιμες για το δεδομένο πρόβλημα και το δεδομένο πλαίσιο καθώς και του κατάλληλου συνδυασμού τους από μια πληθώρα ιδεών και συνδυασμών, θα οδηγήσουν στο δημιουργικό αποτέλεσμα (Poincaré, 1952, 2003). Τόσο ο Poincaré (1952) όσο και ο Hadamard (1945) επηρεασμένοι από τις αρχές της Μορφολογικής Ψυχολογίας όρισαν τέσσερα στάδια της γνωστικής διεργασίας της μαθηματικής δημιουργικότητας, την προετοιμασία (preparation), την επώαση (incubation), το φωτισμό (illumination) και την επαλήθευση (verification). Το πρώτο στάδιο η προετοιμασία, περιλαμβάνει την ενασχόληση και την κατανόηση του προβλήματος, κατά το δεύτερο στάδιο η επεξεργασία του προβλήματος αναβάλλεται για ένα μικρό χρονικό διάστημα και το άτομο ασχολείται με άλλα προβλήματα, στο τρίτο στάδιο το άτομο βρίσκει εννοιακά την λύση ενώ ασχολείται με μη συναφείς δραστηριότητες και στο τέταρτο και τελικό στάδιο η λύση διατυπώνεται λεκτικά, προφορικά ή γραπτά και επαληθεύεται η χρησιμότητα της (Hadamard, 1945, 1996; Poincaré, 2003). Το προαναφερθέν μοντέλο των τεσσάρων σταδίων δεν περιγράφει επαρκώς την έννοια και τα στάδια της μαθηματικής δημιουργικότητας αφού δεν συμπεριλαμβάνει την έννοια της καινοτομίας που αποτελεί δομική έννοια της δημιουργικότητας (Sriraman, 2004a, 2008).

Ο Polya (1954) ξεκινώντας από τη διαπίστωση ότι όταν ένα άτομο προσπαθεί να λύσει ένα πρόβλημα πολλές φορές ακολουθεί διαφορετικές προσεγγίσεις, και έτσι δημιουργεί διαφορετικές παραλλαγές του ίδιου προβλήματος επιχείρησε να προσδιορίσει τη μαθηματική δημιουργικότητα με γνώμονα τις ευρετικές στρατηγικές που είναι εξαιρετικής σημασίας για το έργο των μαθηματικών. Οι μαθηματικοί χρησιμοποιούν μια σειρά ευρετικών στρατηγικών για να επαληθεύσουν τη χρησιμότητα και την αξία μιας μαθηματικής υπόθεσης όπως, η επαλήθευση, ο

έλεγχος καθώς και η διαδοχική επαλήθευση και ο διαδοχικός έλεγχος των αποτελεσμάτων, ο έλεγχος των συνεπειών ενός απίθανου αποτελέσματος και η χρήση αναλογιών για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων (Polya, 1954).

Ο Balka (1974) αναγνώρισε ως χαρακτηριστικά της μαθηματικής δημιουργικότητας τη συγκλίνουσα σκέψη, απαλλαγμένη από τις καθιερωμένες νόρμες και τα πρότυπα των Μαθηματικών και την αποκλίνουσα σκέψη ως το μέσο που θα οδηγήσει στη διατύπωση μαθηματικών υποθέσεων, στις «ασυνήθιστες» μαθηματικές ιδέες και στην τμηματοποίηση του γενικού ερωτήματος ενός προβλήματος σε ειδικά υπο – ερωτήματα. Σε εκτεταμένη έρευνα του σε μαθηματικούς, σε καθηγητές και δασκάλους ταυτοποίησε έξι ικανότητες που περιγράφουν τη μαθητική δημιουργικότητα : α) την ικανότητα σχηματισμού αιτιώδους μαθηματικής υπόθεσης, β) την ικανότητα αναγνώρισης μοτίβων, γ) την ικανότητα υπέρβασης του τυπικού τρόπου σκέψης για την επίλυση ενός προβλήματος, δ) την ικανότητα σκέψης και διατύπωσης ασυνήθιστων μαθηματικών ιδεών, ε) την ικανότητα εντοπισμού στοιχείου ή στοιχείων που λείπουν από μια μαθηματική κατάσταση και στ) την ικανότητα τμηματοποίησης ενός μαθηματικού προβλήματος. Ο Krutetskii (1977) προσδιόρισε τη μαθηματική δημιουργικότητα στο πλαίσιο της ικανότητας διατύπωσης ενός προβλήματος, της δημιουργίας ερωτημάτων και υποθέσεων, της ανακάλυψης της μαθηματικής γνώσης, της ανεξαρτησίας της σκέψης και της πρωτοτυπίας.

Ο Ervynck (1991) όπως αναφέρθηκε παραπάνω προσδιόρισε τη μαθηματική δημιουργικότητα ως ένα κύριο χαρακτηριστικό της αναπτυγμένης μαθηματικής σκέψης και συγκεκριμένα ως τουλάχιστον μια από τις ακόλουθες ικανότητες α) την ικανότητα διατύπωσης χρήσιμων και νέων μαθηματικών εννοιών και υποθέσεων που θα οδηγήσουν στη δημιουργία μιας νέας θεωρίας β) την ικανότητα διερεύνησης των εγγενών σχέσεων μεταξύ δύο ή περισσότερων κομβικών μαθηματικών εννοιών που δεν είχαν παρατηρηθεί πριν και γ) την ικανότητα οργάνωσης των στοιχείων μιας θεωρίας κατά τέτοιο τρόπο ώστε να γίνεται εμφανής η επαγωγική λογική της. Σύμφωνα με τον Ervynck (1991) ένας ενδεικτικός ορισμός της θα μπορούσε να είναι: *«Μαθηματική δημιουργικότητα είναι η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων ή / και η ικανότητα ανάπτυξης και δόμησης της σκέψης, λαμβάνοντας υπόψη την λογικό - επαγωγική φύση της επιστήμης, καθώς και την καταλληλότητα και τη χρησιμότητα των παραγόμενων εννοιών που θα ενσωματωθούν στην πυρήνα των Μαθηματικών».*

Ο ορισμός του Torrance για τη δημιουργικότητα επηρέασε τον τρόπο που οι σύγχρονοι θεωρητικοί και ερευνητές προσδιορίζουν τη μαθηματική δημιουργικότητα (Mann, 2006). Σύμφωνα με τον Torrance (1965), όπως έχει ήδη αναφερθεί, η δημιουργικότητα είναι μια γνωστική διαδικασία που το άτομο ψάχνει να βρει λύσεις για ένα πρόβλημα, δίνοντας έμφαση στα στοιχεία που λείπουν από το πρόβλημα, κάνοντας εικασίες ή διατυπώνοντας υποθέσεις σχετικά με αυτές τις ελλείψεις, δοκιμάζοντας και ξαναδοκιμάζοντας τις υποθέσεις και ενδεχομένως τροποποιώντας τις και τέλος ανακοινώνει τη λύση που βρήκε. Ο Torrance όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα διέκρινε τέσσερις θεμελιώδεις παράγοντες της δημιουργικότητας: α) την πρωτοτυπία (originality), β) την ευχέρεια (fluency), γ) την ευελιξία (flexibility) και την επεξεργασία (elaboration). Ο Silver (1997) και αργότερα η Leikin (2007) προσδιόρισαν τη μαθηματική δημιουργικότητα με βάση τον ορισμό του Torrance και τους τρεις από τους τέσσερις παράγοντες που διέκρινε, την πρωτοτυπία, την ευχέρεια και την ευελιξία επειδή ο παράγοντας επεξεργασία είναι δύσκολο να προσδιοριστεί για τον τομέα της μαθηματικής δημιουργικότητας. Το δημιουργικό προϊόν στα Μαθηματικά, κατά αναλογία και με τον ορισμό του Ervynck που αναφέρθηκε παραπάνω, αποτελεί η κατανόηση των υπαρχόντων μαθηματικών συσχετίσεων και η ανάδειξη νέων, που είναι χρήσιμο γιατί ανταποκρίνεται σε τρέχουσες ανάγκες και πρωτότυπο γιατί μπορεί να οδηγήσει σε καινοτόμες λύσεις (Leikin, 2009, 2013; Mann, 2009). Ο Sriraman (2009b) υπογράμμισε ότι στον τομέα των Μαθηματικών, πολλές φορές ενώ το προϊόν είναι δημιουργικό δεν είναι χρήσιμο γιατί δεν μπορεί να εφαρμοστεί άμεσα στις πραγματικές συνθήκες γι' αυτό ισχυρίστηκε ότι η μαθηματική δημιουργικότητα θα πρέπει να προσδιορίζεται με βάση το κριτήριο της πρωτοτυπίας και της καινοτομίας.

2.4. Μαθηματική Δημιουργικότητα και Μαθηματικά του σχολείου

Αρχικά θα επιχειρηθεί η προσέγγιση της Μαθηματικής Δημιουργικότητας στο χώρο του σχολείου και έπειτα οι τρόποι ανάπτυξης της.

2.4.1. Ορισμός της Μαθηματικής Δημιουργικότητας των μαθητών

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα οι δύο κυριότερες κατευθύνσεις που ακολουθούν οι ερευνητές της δημιουργικότητας εξετάζουν τη δημιουργικότητα είτε

ως την εξαιρετική και σπάνια ικανότητα που χαρακτηρίζει συγκεκριμένα άτομα ή ως την δημιουργική ικανότητα της καθημερινής ζωής και αντίστοιχα το ίδιο συμβαίνει με τη μαθηματική δημιουργικότητα, όπου εξετάζεται είτε ως η μοναδικά και εξέχουσα ικανότητα διαπρεπών μαθηματικών που διευρύνει τη μαθηματική γνώση σε παγκόσμιο επίπεδο (απόλυτη δημιουργικότητα) όπως του Fermat, είτε ως η δημιουργική ικανότητα των μαθητών στα εκπαιδευτικά πλαίσια που διευρύνει τη μαθηματική γνώση σε σχέση με την προϋπάρχουσα γνώση και το προϋπάρχον ρεπερτόριο στρατηγικών και τρόπων επίλυσης προβλημάτων (συσχετιζόμενη δημιουργικότητα) του επιπέδου των παιδιών (Liljedahl & Sriraman, 2006; Sriraman et al., 2013).

Στη βιβλιογραφία γενικά προτείνεται ο διαχωρισμός της μαθηματικής δημιουργικότητας σε επαγγελματικό επίπεδο και της μαθηματικής δημιουργικότητας στο χώρο του σχολείου (Leikin, 2013; Leikin & Lev, 2013; Jensen Sheffield, 2009; Jensen Sheffield, 2013; Shriki, 2010; Sriraman, 2009a). Στο επίπεδο του σχολείου η μαθηματική δημιουργικότητα μπορεί να οριστεί ως η διαδικασία που θα οδηγήσει σε μια καινοτόμο λύση ενός δεδομένου προβλήματος ή/και η διαδικασία που θα οδηγήσει στο σχηματισμό νέων ερωτημάτων ή/και πιθανών υποθέσεων ώστε ένα πρόβλημα να ειπωθεί με μια νέα οπτική γωνία, ενώ η μαθηματική δημιουργικότητα στο επαγγελματικό επίπεδο μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα παραγωγής πρωτότυπου μαθηματικού έργου που προσθέτει σημαντικά στη προϋπάρχουσα γνώση ή η ικανότητα διατύπωσης νέων ερωτημάτων που ανοίγει καινούριους δρόμους για άλλους μαθηματικούς (Shriki, 2010; Sriraman, 2009a).

Η μαθηματική δημιουργικότητα των μαθητών (συσχετιζόμενη μαθηματική δημιουργικότητα) εκτιμάται με σημείο αναφοράς τις προηγούμενες εμπειρίες και την προηγούμενη απόδοση άλλων μαθητών με παρεμφερές εκπαιδευτικό ιστορικό, ενώ η μαθηματική δημιουργικότητα των μαθηματικών (απόλυτη μαθηματική δημιουργικότητα) εκτιμάται με βάση τις ανακαλύψεις που προάγουν τα Μαθηματικά ως επιστήμη σε παγκόσμιο επίπεδο (Leikin, 2013; Liljedahl & Sriraman, 2006). Η καλλιέργεια και η ανάπτυξη της μαθηματικής δημιουργικότητας στο σχολείο μπορεί να οδηγήσει στην απόλυτη μαθηματική δημιουργικότητα αργότερα στη ζωή του ατόμου (Shriki, 2010).

2.4.2. Ανάπτυξη της Μαθηματικής Δημιουργικότητας στο σχολείο

Τα θεμέλια της δημιουργικής σκέψης όπως και τα θεμέλια της μαθηματικής δημιουργικής σκέψης χτίζονται στα πρώτα χρόνια της ζωής του ανθρώπου και ιδιαίτερα στη σχολική ηλικία (Leikin & Pitta-Pantazi, 2013). Κατά συνέπεια ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που συμβάλουν στην ανάπτυξη και την καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης και της μαθηματικής δημιουργικής σκέψης αποτελεί το σχολικό και κοινωνικό περιβάλλον (Kaufman & Sternberg, 2006; Leikin & Pitta-Pantazi, 2013). Η μαθηματική δημιουργικότητά αποτελεί μια γνωστική ικανότητα που αντανακλά την ανθρώπινη διάνοηση και το περιβάλλον της διδασκαλίας των Μαθηματικών οφείλει να παρέχει στους μαθητές τις συνθήκες που θα μπορέσουν να αναπτύξουν το δημιουργικό τους δυναμικό στα Μαθηματικά (Leikin & Pitta-Pantazi, 2013).

2.4.2.1. Μαθηματικά προβλήματα και Μαθηματική Δημιουργικότητα

Η επίλυση προβλημάτων είτε ως μέσο καλλιέργειας, είτε ως μέσο αξιολόγησης των μαθηματικών ικανοτήτων είναι εξεχούσης σημασίας και έχει μακρά παράδοση στο Αναλυτικό Πρόγραμμα των Μαθηματικών σε πολλές χώρες παγκοσμίως (Kwon, Park, & Park, 2006; Mason, 1991; Pehkonen, Näveri, & Laine, 2013). Ως μαθηματικό πρόβλημα ορίζεται μια δοκιμασία όπου το παιδί για να την εκτελέσει θα πρέπει να συνδέσει την προϋπάρχουσα γνώση και τα δεδομένα που του παρέχονται με τρόπο που να είναι καινούριος για αυτό (Pehkonen, 1997b). Αν το παιδί καταφέρει αμέσως να αναγνωρίσει τις στρατηγικές και τους αλγορίθμους που χρειάζονται για να βρει τη λύση του προβλήματος τότε πρόκειται για ένα πρόβλημα που αντιστοιχεί στο ρεπερτόριο του παιδιού (Pehkonen, 1997b).

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας από τον Pehkonen (1997b) ανέδειξε τέσσερις γενικούς άξονες των λόγων που η επίλυση προβλημάτων κατέχει κεντρική θέση στο Αναλυτικό Πρόγραμμα: α) η επίλυση προβλημάτων αναπτύσσει ευρέως τις γνωστικές ικανότητες του παιδιού, β) η επίλυση προβλημάτων αναπτύσσει τη δημιουργική ικανότητα, γ) η επίλυση προβλημάτων αποτελεί ένα σημαντικό τομέα των εφαρμογών των Μαθηματικών και δ) η επίλυση προβλημάτων δημιουργεί κίνητρα μάθησης στους μαθητές. Η συνήθης και επικρατέστερη εκπαιδευτική πρακτική, που παρά τις κριτικές για τον φορμαλιστικό και σχηματικό της χαρακτήρα

χρησιμοποιείται ευρέως, είναι η διδασκαλία μεθόδων, στρατηγικών και αλγορίθμων και η επίδειξη παραδειγματικής επίλυσης προβλήματος ή προβλημάτων που τα παιδιά θα εφαρμόσουν στην επίλυση παρόμοιων προβλημάτων (Pehkonen, 1997b).

2.4.2.2. Προβλήματα ανοιχτού τύπου (open ended problems)

Ένας από τους τύπους των προβλημάτων που συνδέεται με την ανάπτυξη της μαθηματικής δημιουργικότητας στο χώρο του σχολείου είναι τα προβλήματα ανοιχτού τύπου (open ended problems) (Kwon et al., 2006; Mason, 1991; Nohda, 1995; Pehkonen, 1997b; Pehkonen et al., 2013; Silver, 1995). Η μέθοδος της χρήσης προβλημάτων ανοιχτού τύπου είναι μια παιδαγωγική στρατηγική που μέσω δραστηριοτήτων που προάγουν τη μαθηματική δημιουργικότητα έχει ως στόχο να πυροδοτήσει το ενδιαφέρον και την ενεργή συμμετοχή των παιδιών (Kwon et al., 2006). Η χρήση των προβλημάτων ανοιχτού τύπου δεν αφορά μόνο στην επίλυση ενός προβλήματος με διαφορετικούς τρόπους αλλά με βάση την προϋπάρχουσα εμπειρία και γνώση, την ανακάλυψη νέων τρόπων προσέγγισης της λύσης (Becker & Shimada, 1997). Ένα ανοιχτό πρόβλημα, σε αντίθεση με το κλειστό πρόβλημα που υπαγορεύει με το ερώτημα τον τρόπο λύσης, το ανοιχτό δεν προσδιορίζει με σαφήνεια τι πρέπει να βρει ο μαθητής και έτσι επιτρέπει την ανάπτυξη της δημιουργικότητας του (Kwon et al., 2006).

Ο Nohda (2000) όρισε τα ανοιχτού τύπου προβλήματα ως άτυπα προβλήματα που θα πρέπει να έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά: α) να ανταποκρίνονται στο επίπεδο του κάθε μαθητή και να έχουν ενδιαφέρουσα και οικεία θεματολογία (για τον κάθε μαθητή), ώστε οι μαθητές να αντιλαμβάνονται ότι είναι απαραίτητο να λύνουν προβλήματα, να νιώθουν ότι μπορούν να τα καταφέρουν με τις γνώσεις τους και να αποκτούν την αίσθηση της ικανοποίησης και β) στο σχεδιασμό των προβλημάτων θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη τα διαφορετικά επίπεδα μαθηματικών ικανοτήτων και η δυνατότητα γενίκευσης τους σε άλλα προβλήματα. Η μέθοδος της χρήσης προβλημάτων ανοιχτού τύπου αναπτύχθηκε στην Ιαπωνία τη δεκαετία του 1970 ενώ περίπου ταυτόχρονα εφαρμοζόταν στην Αγγλία μια παρόμοια διδακτική μέθοδος, ενώ από τη δεκαετία του 1980 και αργότερα η χρήση στη διδακτική πρακτική των προβλημάτων ανοιχτού τύπου υιοθετήθηκε σε μικρό ή μεγάλο βαθμό από τα Αναλυτικά Προγράμματα διαφόρων χωρών παγκοσμίως, προκαλώντας το ενδιαφέρον

των ερευνητών (Becker & Shimada, 1997; Nohda, 2000; Pehkonen, 1995, 1997a, 1997b; Pehkonen et al., 2013; Silver, 1995).

2.4.2.3. Διατύπωση προβλημάτων (*problem posing*)

Η διατύπωση προβλημάτων (*problem posing*) είναι η δεύτερη μέθοδος ανάπτυξης και αξιολόγησης της μαθηματικής δημιουργικότητας που προτείνεται από τα Αναλυτικά Προγράμματα σε παγκόσμιο επίπεδο (Lavy & Shriki, 2010; Silver, 1997, 2013; Singer, Pelczar, & Voica, 2011; Voica & Singer, 2013). Σε πολλές χώρες έχει προταθεί η αναμόρφωση των Αναλυτικών Προγραμμάτων, τονίζοντας έτσι τη σημασία της χρήσης στη διδασκαλία της διατύπωσης προβλημάτων (Silver, 2013). Η διατύπωση προβλημάτων βασίζεται στη θεωρία και στην τεχνική *What if not* του Polya (1954) που αξιοποιήθηκε από τους Brown and Walter (2005) σύμφωνα με την οποία οι μαθητές θα πρέπει να διαμορφώνουν και να ερευνούν μαθηματικές εικασίες και να μάθουν πώς να γενικεύουν και να επεκτείνουν τα μαθηματικά προβλήματα, διατυπώνοντας ερωτήματα σε συνέχεια των δεδομένων που τους παρέχονται από την δραστηριότητα. Οι δραστηριότητες της διατύπωσης προβλήματος μέσω της διερεύνησης των δεδομένων που παρέχονται απαιτούν τη δημιουργία νέων προβλημάτων και ερωτημάτων (Silver, 1995).

Σύμφωνα με τους Brown and Walter (2005) με τη χρήση τους διευρύνεται η σκέψη και η αντίληψη των παιδιών, βελτιώνεται η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και γίνεται καλύτερη κατανόηση των μαθηματικών εννοιών. Η χρήση της μεθόδου διατύπωσης προβλημάτων έχει τους ακόλουθους στόχους: α) το σχηματισμό από τους μαθητές προβλημάτων που το περιεχόμενο τους μπορεί να προέρχεται είτε από τα Μαθηματικά είτε από άλλα αντικείμενα, β) την ανάπτυξη της συγκλίνουσας σκέψης, γ) τη διατύπωση μαθηματικών ερωτημάτων και την προσπάθεια απάντησης τους από τα ίδια τα παιδιά που τα έχουν σχηματίσει και δ) την ανάπτυξη της μαθηματικής λογικής και σκέψης (Silver, 2013). Επίσης μέσα από τις δραστηριότητες διατύπωσης προβλημάτων παρέχεται στους μαθητές η δυνατότητα να αλλάξουν τον τρόπο που αντιμετωπίζουν τα Μαθηματικά ως διδακτικό αντικείμενο και αναπτύσσουν βαθιά γνώση των μαθηματικών φαινομένων και της γενίκευσής τους (Lavy & Shriki, 2010).

2.4.2.4 Στάδια ανάπτυξης της Μαθηματικής Δημιουργικότητας μέσω της επίλυσης προβλημάτων του Ervynck

Ο Ervynck (1991) υποστήριξε ότι η μαθηματική δημιουργικότητα μέσω της επίλυσης προβλημάτων στο χώρο του σχολείου αναπτύσσεται σε τρία στάδια: α) στάδιο 0 : πρωταρχικό τεχνικό στάδιο. Ο μαθητής εφαρμόζει μηχανικά τους μαθηματικούς κανόνες και διαδικασίες, χωρίς να γνωρίζει τη θεωρητική τους βάση και επιτελεί η τεχνική ή πρακτική εφαρμογή των μαθηματικών κανόνων και των διαδικασιών, β) στάδιο 1 : εκτέλεση αλγορίθμων. Ο μαθητής εκτελεί με ακρίβεια μαθηματικούς υπολογισμούς, επιλύει επιτυχώς απλά και πολύπλοκα προβλήματα και χρησιμοποιεί με ευχέρεια μαθηματικές τεχνικές, εμπεριέχει διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για να εκτελεστούν μαθηματικοί υπολογισμοί και πράξεις με στόχο την εξοικείωση. Η γνώση και η συστηματοποίηση των αλγορίθμων αποτελεί προϋπόθεση του επόμενου σταδίου και γ) στάδιο 2 : δημιουργικό στάδιο. Ο μαθητής επιλέγει έναν τρόπο λύσης ή μια τεχνική που δεν έχει εκτελέσει ως τώρα στην επίλυση ενός προβλήματος δημιουργώντας έτσι έναν νέο τρόπο επίλυσης, αποτελεί το τελικό και αναπτυγμένο στάδιο της μαθηματικής σκέψης που αφορά στην επιλογή του προσδιορισμού μιας νέας μαθηματικής έννοιας ή στην απόφαση της ανάπτυξης, της διατύπωσης και της απόδειξης ενός νέου μαθηματικού θεωρήματος.

Η επιλογή όμως ενός διαφορετικού και νέου τρόπου λύσης προϋποθέτει ένα πρόβλημα, μια άσκηση, ή ένα ερώτημα που δημιουργεί τις συνθήκες στο μαθητή για να επιλέξει έναν διαφορετικό τρόπο επίλυσης όπως τα προβλήματα ανοιχτού τύπου ή η διατύπωση προβλημάτων. Ο Ervynck (1991) υπογράμμισε ότι η μαθηματική δημιουργικότητα δεν μπορεί να αναπτυχθεί χωρίς την προϋπάρχουσα εμπειρία της μαθηματικής γνώσης και χωρίς το κατάλληλο πλαίσιο που θα οδηγήσει στη δημιουργία της νέας γνώσης.

2.4.2.5. Μοντέλο Δημιουργικής Πολυμάθειας των Beghetto και Kaufman

Με δεδομένη την παραδοχή ότι όλα τα παιδιά (και όλοι οι άνθρωποι) έχουν δημιουργικό δυναμικό ακόμα και αν αυτό δεν έχει εκδηλωθεί, οι Beghetto and Kaufman (2009) όπως έχει αναφερθεί στα προηγούμενα υποστήριξαν ότι η δημιουργικότητα μπορεί να αποτελεί ταυτόχρονα μια γενική ικανότητα αλλά και μια ικανότητα συγκεκριμένου τομέα και ότι το δημιουργικό δυναμικό των μαθητών

μπορεί να εκφραστεί σε πολλαπλά επίπεδα αν καλλιεργηθεί στο χώρο του σχολείου. Σε αυτό το συμπέρασμα οδηγήθηκαν με δεδομένο ότι αφού οι μαθητές μέσω της εκπαιδευτικής διαδικασίας μπορούν να μάθουν το περιεχόμενο διαφόρων διδακτικών αντικειμένων μπορούν να αναπτύξουν και το δημιουργικό τους δυναμικό στους αντίστοιχους τομείς (Beghetto & Kaufman, 2009; Plucker & Zabelina, 2009). Ο Sriraman (2009b) διεξήγε μια τριετή διαχρονική πειραματική έρευνα για την καλλιέργεια της πολυμάθειας μέσω της διδασκαλίας των Μαθηματικών και συγκεκριμένα μέσα από την διδακτική διαθεματική αξιοποίηση ενός μαθηματικού «παράδοξου» προβλήματος και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι περίπου οι μισοί συμμετέχοντες απέχτησαν χαρακτηριστικά πολυμάθειας και δημιουργικής πολυμάθειας στην προσπάθεια τους να επιλύσουν το μαθηματικό παράδοξο.

Οι Beghetto and Kaufman (2009) πρότειναν ένα μοντέλο δημιουργικής πολυμάθειας μέσω των Μαθηματικών που θα αναπτύσσει την Big – C και την Pro – c δημιουργικότητα μέσω της μελέτης βιογραφιών επαγγελματιών μαθηματικών που είχαν πολυεπίπεδο δημιουργικό δυναμικό, την little – c με την προαπαιτούμενη ενίσχυση και ενθάρρυνση να αναπτύξουν το μαθηματικό τους δημιουργικό δυναμικό μέσω κατάλληλων δραστηριοτήτων, προβλημάτων και σχεδίων εργασίας αλλά και το δημιουργικό τους δυναμικό σε άλλα επίπεδα εμπλέκοντας δραστηριότητες άλλων αντικειμένων όπως για παράδειγμα της λογοτεχνίας, της τέχνης, της ιστορίας και της φυσικής. Τέλος για την ανάπτυξη της mini – c, θα πρέπει η διδασκαλία και οι δραστηριότητες να έχουν νόημα για τους μαθητές και να ενισχύονται οι συνδέσεις τους με την ύλη των Μαθηματικών.

Το μοντέλο τους περιλαμβάνει τρία μέρη: α) οι εκπαιδευτικοί να αξιοποιούν τον τρόπο που οι μαθητές ερμηνεύουν αυτά που έχουν διδαχθεί και τη μαθηματική λογική που ακολουθούν, β) να βοηθούν τους μαθητές να αναγνωρίζουν πότε οι ερμηνείες και η λογική των μαθητών δε συμβαδίζει με την ύλη των Μαθηματικών και γ) να παρέχουν εκπαιδευτικές ευκαιρίες στους μαθητές για να αναπτύξουν το δημιουργικό δυναμικό τους στα Μαθηματικά.

2.4.3. Μαθηματική Δημιουργικότητα και εκπαιδευτική πραγματικότητα

Ο στόχος της εκπαίδευσης είναι η προετοιμασία των ανθρώπων του αύριο, εφοδιάζοντας τους με τις απαραίτητες γνώσεις αλλά κυρίως με γνωστικές και μεταγνωστικές ικανότητες που θα συμβάλουν στην πρόοδο και την εξέλιξη τους ως

άτομα αλλά και της κοινωνίας στο σύνολο της (Anderson et al., 2001; Krathwohl, 2002). Αυτή η αναγκαιότητα της εκπαίδευσης γίνεται φανερή στην αναθεώρηση της στοχοθεσίας της ταξινομίας του Bloom όπου δίνεται έμφαση στη μεταγνώση ενώ η υψηλότερη στην ιεραρχία γνωστική διεργασία που περιγράφεται στην αναθεωρημένη ταξινομία είναι η δημιουργική σκέψη (Krathwohl, 2002). Στο σχολικό περιβάλλον οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν την ικανότητα για να δώσουν νέες λύσεις και οπτικές στα Μαθηματικά, αν δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες μάθησης (Ervynck, 1991; Liljedahl & Sriraman, 2006).

Κατά συνέπεια η διερεύνηση των γνωστικών δομών που καθορίζουν και σχετίζονται με τη δημιουργικότητα και οι τρόποι καλλιέργειας και ανάπτυξης της στο σχολείο αποτελεί μια σύγχρονη και επιτακτική πρόκληση της εκπαίδευσης, της εκπαιδευτικής και της ψυχολογικής έρευνας αλλά παρόλαυτα η έρευνα, θεωρητική και εμπειρική σχετικά με τη μαθηματική δημιουργικότητα είναι σποραδική και αφορά ορισμένες πτυχές της (Leikin, 2013; Leikin et al., 2009; Sriraman et al., 2013). Συγκεκριμένα η ανασκόπηση των ερευνών του Haylock (1987) από το 1966 μέχρι το 1985 έδειξε ότι η μαθηματική δημιουργικότητα, η έννοια και οι τρόποι καλλιέργειας της, δεν αποτελούσε αντικείμενο της εκπαιδευτικής έρευνας. Παρόμοια αποτελέσματα, με εξαίρεση λίγων ερευνών έδειξε και η ανασκόπηση της Leikin (2009) από το 1999 μέχρι το 2009. Μόλις τα τελευταία χρόνια η μαθηματική εκπαιδευτική κοινότητα κάνει προσπάθειες για να αναγνωριστεί η σπουδαιότητα της μαθηματικής δημιουργικότητας και η καλλιέργεια της στο χώρο του σχολείου (Leikin, 2013).

Παρόλο που στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών αναφέρεται ως στόχος η ανάπτυξη της δημιουργικότητας σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα, η ελληνική εκπαίδευση στο σύνολο της δεν είναι σίγουρο ότι ακολουθεί πρακτικές που συμβάλουν στην ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης. Το ίδιο συμβαίνει και με τα Αναλυτικά Προγράμματα και τις πρακτικές που ακολουθούνται και σε άλλες χώρες, αφού για τη διδασκαλία των Μαθηματικών, θέτονται δύο γενικευμένοι και κατά τα φαινόμενα αντιθετικοί στόχοι: η εκμάθηση και εφαρμογή στρατηγικών και αλγορίθμων για την επίλυση προβλημάτων με τη χρήση στη διδασκαλία τυπικών προβλημάτων και η ανάπτυξη της μαθηματικής δημιουργικής σκέψης με τη χρήση μη τυπικών, ασυνήθιστων προβλημάτων (Tabach & Friedlander, 2013). Στην πρώτη περίπτωση τα παιδιά μαθαίνουν να εφαρμόζουν αποτελεσματικά αλγοριθμικές στρατηγικές και να λύνουν σε σύντομο χρονικό διάστημα και με ακρίβεια τυπικά

μαθηματικά προβλήματα, ενώ στη δεύτερη περίπτωση οι μαθητές κατορθώνουν να αναπτύξουν την ανώτερη ικανότητα της μαθηματικής σκέψης (Tabach & Friedlander, 2013).

Οι διεθνείς έρευνες δείχνουν ότι οι εκπαιδευτικοί παρά την πρόθεση τους να υιοθετούν και να εφαρμόζουν πρακτικές που προάγουν την ανάπτυξη και την καλλιέργεια της, στην πράξη ακολουθείται ο παραδοσιακός τρόπος διδασκαλίας (Bolden, Harries, & Newton, 2010; da Ponte, 2007; Leikin, Subotnik, Pitta-Pantazi, Singer, & Pelczer, 2013; Lev-Zamir & Leikin, 2011; Lev-Zamir & Leikin, 2013; Sarrazy & Novotná, 2013; Jensen Sheffield, 2013; Shriki, 2010). Στη βιβλιογραφία υπογραμμίζονται τρεις κύριες αιτίες που υπάρχει αυτή η διαφορά: α) οι εκπαιδευτικοί τείνουν να διδάσκουν με τον τρόπο που έχουν διδαχθεί εκείνοι, β) πιέζονται από την ύλη και γ) δεν έχουν εξοικείωση με τους τρόπους καλλιέργειας της μαθηματικής δημιουργικότητας (da Ponte, 2007; Sarrazy & Novotná, 2013; Shriki, 2010). Επιπλέον η διεθνής έρευνα έχει στραφεί στη διερεύνηση των παραγόντων που συντελούν στην ανάπτυξη της μαθηματικής δημιουργικότητας όμως περαιτέρω έρευνα πρέπει να διεξαχθεί ώστε να αναδειχθούν οι παράγοντες που την προσδιορίζουν και να βελτιώσουν τις μεθόδους εκπαίδευσης (Shriki, 2010; Williams & Huang, 2014).

2.5. Μαθηματική Ικανότητα και Μαθηματική Δημιουργικότητα

Ένα πολύ σημαντικό ζήτημα που διερευνάται από τη σύγχρονη έρευνα είναι η σχέση της μαθηματικής ικανότητας με τη μαθηματική δημιουργικότητα. Στα επόμενα θα επιχειρηθεί αρχικά ο προσδιορισμός της μαθηματικής ικανότητας και της μαθηματικής επίδοσης και έπειτα θα παρουσιαστούν τα ερευνητικά δεδομένα για τη σχέση της μαθηματικής ικανότητας με τη μαθηματική δημιουργικότητα.

2.5.1. Μαθηματική Ικανότητα και Μαθηματική Επίδοση

Ο ορισμός της μαθηματικής ικανότητας προϋποθέτει όπως και ο ορισμός της μαθηματικής δημιουργικότητας τον ορισμό της φύσης των Μαθηματικών (Sriraman et al., 2013). Ο όρος μαθηματική ικανότητα αποτελεί μια θεωρητική έννοια που μπορεί να προσεγγιστεί είτε με γνωστικά κριτήρια είτε με πραγματιστικά κριτήρια ανάλογα με τη θεωρητική προσέγγιση που ακολουθεί ο ερευνητής ή ο θεωρητικός

(Karsenty, 2014; Krummheuer, 2013). Η μαθηματική ικανότητα με βάση τα γνωστικά κριτήρια ορίζεται ως η ικανότητα απόκτησης, επεξεργασίας και διατήρησης των μαθηματικών πληροφοριών (Krutetskii, 1977; Vilkomir & O'Donoghue, 2009) ενώ με βάση τα πραγματιστικά κριτήρια ως η ικανότητα μάθησης και κατάκτησης των μαθηματικών εννοιών και δεξιοτήτων (Koshy, Ernest, & Casey, 2009). Η προσέγγιση με βάση τα γνωστικά κριτήρια δεν αναιρεί την προσέγγιση με βάση τα πραγματιστικά αφού και στη γνωστική προσέγγιση εμπεριέχονται συνιστώσες της πραγματιστικής και το αντίστροφο (Karsenty, 2014). Υπό αυτό το πρίσμα ο όρος μαθηματική ικανότητα αφορά σε ένα σύνολο ικανοτήτων και όχι σε μια ενιαία ικανότητα (Karsenty, 2014).

Ο Krutetskii (1977) υποστήριξε ότι η μαθητική ικανότητα των παιδιών αποτελείται από τις ακόλουθες επιμέρους ικανότητες που τη συνθέτουν: α) τη χρήση της μαθηματικής «γλώσσας» δηλαδή των όρων και των συμβόλων των Μαθηματικών, β) την ικανότητα γενίκευσης των στρατηγικών και των τρόπων επίλυσης των προβλημάτων σε παρόμοια προβλήματα, γ) τον λογικό - επαγωγικό τρόπο σκέψης, δ) την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων με τον πιο σύντομο και ακριβή τρόπο, ε) την ικανότητα εναλλαγής της κατεύθυνσης της σκέψης, στ) την ικανότητα ευελιξίας μεταξύ των γνωστικών διεργασιών, ζ) την ανάκληση της προϋπάρχουσας γνώσης, των αποκτηθέντων μαθηματικών εννοιών και γενικεύσεων και η) η ανάπτυξη ενός μαθηματικού νου πριν την εφηβεία. Ο Krutetskii (1976) υποστήριξε ότι οι διαφορετικές ικανότητες των μαθητών στα Μαθηματικά χαρακτηρίζονται από το βαθμό που οι μαθητές αναπτύσσουν την ικανότητα γενίκευσης των μαθηματικών εννοιών και στρατηγικών και την ικανότητα ανάκλησης αυτών των γενικεύσεων. Με βάση αυτή την υπόθεση διεξήγαγε μια σειρά πειραμάτων και μέσα από αυτά διέκρινε τρία επίπεδα μαθηματικής ικανότητας: α) ικανοί μαθητές στα Μαθηματικά (capable students in Mathematics) που έχουν υψηλή ικανότητα ταχείας και ευρείας γενίκευσης των μαθηματικών εννοιών και στρατηγικών, β) επαρκείς μαθητές που έχουν ικανοποιητικές ικανότητες επίλυσης προβλημάτων αλλά δεν μπορούν πάντα να γενικεύουν τις έννοιες και τις στρατηγικές και γ) μη ικανοί μαθητές που αποτυγχάνουν στην επίλυση προβλημάτων και έχουν αδυναμία στη γενίκευση μαθηματικών εννοιών και στρατηγικών.

Η θεωρία του Krutetskii (1977) αποτελεί μια από τις πιο αναγνωρισμένες και ευρέως αποδεκτές θεωρίες στον τομέα του προσδιορισμού της μαθηματικής ικανότητας (Karsenty, 2014; Vilkomir & O'Donoghue, 2009). Οι Kattou,

Kontoyianni, Pitta-Pantazi, and Christou (2013) με βάση τον ορισμό του Krutetskii προσδιόρισαν τη μαθηματική ικανότητα στα εκπαιδευτικά πλαίσια ως μια πολυπαραγοντική δομή που αποτελείται από τους παρακάτω παράγοντες: α) αντίληψη του χώρου (χωρική ικανότητα), β) αριθμητική και πράξεις, γ) επαγωγική και παραγωγική λογική σκέψη, δ) σχηματισμός της υπόθεσης (αίτιο και αποτέλεσμα) και της ε) αναλογικής σκέψης.

Η μαθηματική ικανότητα προσδιορίζεται με πραγματιστικά κριτήρια όταν οι ερευνητές και οι θεωρητικοί εστιάζουν στον εντοπισμό και την αξιολόγηση του δυναμικού του μαθητή ή των μαθησιακών αποτελεσμάτων της διδασκαλίας στους μαθητές και έτσι υπό αυτό το πρίσμα η μαθηματική ικανότητα μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα του ατόμου να κατέχει υψηλό επίπεδο μαθηματικών γνώσεων, να εκτελεί μαθηματικές πράξεις και αλγορίθμους και να λύνει αποτελεσματικά μαθηματικά προβλήματα (Karsenty, 2014). Η σημαντική στατιστική συσχέτιση μεταξύ των υψηλών ακαδημαϊκών γνώσεων και της υψηλής επίδοσης σε όλους τους γνωστικούς τομείς οδηγεί πολύ συχνά στην ταύτιση του όρου ικανότητα με τον όρο επίδοση και αντίστοιχα και στα μαθηματικά, ο όρος μαθηματική επίδοση χρησιμοποιείται ως συνώνυμη ερμηνεία της έννοιας μαθηματική ικανότητα (Benbow & Arjmand, 1990; Hemmings, Grootenboer, & Kay, 2011; Singh, Granville, & Dika, 2002; Spinath, Spinath, Harlaar, & Plomin, 2006; Sriraman et al., 2013).

Η μαθηματική ικανότητα στην πλειονότητα των εκπαιδευτικών συστημάτων παγκοσμίως, προσδιορίζεται μέσω των πραγματιστικών κριτηρίων και εκτιμάται μέσω των τεστ μαθηματικής επίδοσης που θεωρούνται ως ένα πολύ σημαντικός προγνωστικός δείκτης της ακαδημαϊκής επιτυχίας (Hemmings et al., 2011; Kattou et al., 2013; Spinath et al., 2006). Όμως παρόλο που οι δύο έννοιες εμφανίζουν υψηλή συσχέτιση δεν μπορούν να χρησιμοποιούνται ως ταυτόσημες αφού ικανότητα δεν σημαίνει απαραίτητα και επίδοση (Kim, Cho, & Ahn, 2004; Sriraman et al., 2013). Οι παραδοσιακές μέθοδοι αξιολόγησης της μαθηματικής επίδοσης δεν μπορούν να αξιολογήσουν επαρκώς την μαθηματική ικανότητα αφού δεν είναι σπάνιο το φαινόμενο μαθητές με υψηλές ικανότητες, ταλέντο, χαρισματικότητα και δημιουργικότητα να μην σημειώνουν υψηλές επιδόσεις στα παραδοσιακά κριτήρια αξιολόγησης (Ching, 1997; Kim et al., 2004).

2.5.2. Μαθηματική Ικανότητα και Μαθηματική Δημιουργικότητα

Όπως έχει αναφερθεί στα προηγούμενα, τα τελευταία χρόνια η μαθηματική δημιουργικότητα έχει αναγνωριστεί ως μια πολύ σημαντική πτυχή της μαθηματικής ικανότητας και θα πρέπει να καλλιεργείται μέσω της διδασκαλίας των Μαθηματικών (Ervynck, 1991; Kattou et al., 2013; Mann, 2005; Sriraman, 2009a). Ένα μεγάλο μέρος των ερευνητών υποστηρίζει ότι η μαθηματική δημιουργικότητα είναι ένα υποσύστημα της μαθηματικής ικανότητας όπως οι γνωστικές διεργασίες που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα και άρα απαραίτητο προαπαιτούμενο της (Kattou et al., 2013; Leikin, 2007). Παρόλαυτα, η σύγχρονη έρευνα δεν έχει εξακριβώσει ακόμα την ακριβή φύση της σχέσης μεταξύ της μαθηματικής ικανότητας και της μαθηματικής δημιουργικότητας δηλαδή αν η μαθηματική ικανότητα είναι προαπαιτούμενο για τη δημιουργική δημιουργικότητα ή αν ισχύει το αντίστροφο (Kattou et al., 2013).

Η δημιουργική εφαρμογή και αξιοποίηση της μαθηματικής γνώσης που έχουν διδαχθεί οι μαθητές για να δίνουν πρωτότυπη λύση σε ένα μαθηματικό πρόβλημα ή πολλαπλές και διαφορετικές μεταξύ τους λύσεις σε ανοιχτού τύπου δραστηριότητες θεωρούνται απαραίτητες προϋποθέσεις για την υψηλή ακαδημαϊκή επίδοση στα Μαθηματικά (Kattou et al., 2013; Sriraman, 2008; Sriraman, Yaftian, & Lee, 2011). Υπό αυτό το πρίσμα η μαθηματική γνώση συνδέεται τόσο με τη μαθηματική ικανότητα όσο και με τη μαθηματική δημιουργικότητα (Mann, 2005). Οι ερευνητές όπως ο Silver (1997), ο Ervynck (1991) ο Mann (2005), η Leikin (2007) υποστηρίζουν ότι η βαθιά γνώση των εννοιών, των θεωρημάτων, των αλγορίθμων και των στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων είναι απαραίτητη προϋπόθεση της μαθηματικής δημιουργικότητας ισχυροποιώντας έτσι τη σχέση μεταξύ των δύο δομών.

Έτσι ως μια ανώτερη μαθηματική ικανότητα η μαθηματική δημιουργικότητα διερευνήθηκε σε σχέση με τη μαθηματική ικανότητα ή / και τη μαθηματική επίδοση και τη χαρισματικότητα. Συγκεκριμένα ο Mann (2009) μελέτησε διάφορους προβλεπτικούς παράγοντες της μαθηματικής δημιουργικότητας και βρήκε ότι η μαθηματική επίδοση είχε τη μεγαλύτερη συσχέτιση, οι Kattou et al. (2013) διερεύνησαν τη σχέση μεταξύ της μαθηματικής ικανότητας και της μαθηματικής δημιουργικότητας σε ομάδες μαθητών με διαφορετικό επίπεδο επίδοσης στα Μαθηματικά και βρήκαν υψηλή συσχέτιση μεταξύ των δύο δομών αφού οι μαθητές

που είχαν υψηλή επίδοση στη δοκιμασία της μαθηματικής ικανότητας ήταν και αυτοί που είχαν υψηλή επίδοση στη δοκιμασία της μαθηματικής δημιουργικότητας, η Leikin (Leikin, 2007, 2009; Leikin et al., 2009; Leikin & Lev, 2007; Leikin & Lev, 2013; Levav-Waynberg & Leikin, 2009) διεξήγε μια σειρά ερευνών για να διερευνήσει αυτή τη σχέση μεταξύ των δύο δομών και κατέληξε στο ίδιο συμπέρασμα, ενώ επιπλέον έδειξε υψηλή συσχέτιση της μαθηματικής δημιουργικότητας με τη χαρισματικότητα στα μαθηματικά. Επιπλέον οι Levav-Waynberg and Leikin (2012) έδειξαν ότι τόσο οι μαθητές με υψηλή επίδοση όσο και οι μαθητές με μέτρια επίδοση, μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων σε ένα διδακτικό περιβάλλον που καλλιεργεί τη μαθηματική δημιουργικότητα των μαθητών. Η βελτίωση της ευχέρειας και της ευελιξίας ήταν μεγαλύτερη για τους μαθητές με υψηλή επίδοση ενώ η βελτίωση της πρωτοτυπίας παρατηρήθηκε μόνο για τους χαρισματικούς μαθητές, ευρήματα που επαληθεύουν την υψηλή συσχέτιση της υψηλής μαθηματικής ικανότητας και της χαρισματικότητας με τη μαθηματική δημιουργικότητα.

Όμως υπάρχουν και έρευνες που υποστηρίζουν το αντίθετο, δηλαδή ότι η συσσώρευση της μαθηματικής γνώσης, η μεγάλη εξοικείωση και η συνεχής επανάληψη των στρατηγικών και των τρόπων επίλυσης προβλημάτων μπορεί να αποτελέσουν παράγοντες που θα περιορίσουν το δημιουργικό δυναμικό κυρίως γιατί οι μαθητές διαμορφώνουν την αντίληψη ότι ο σωστός τρόπος επίλυσης ενός προβλήματος είναι μέσω των στρατηγικών που έχουν διδαχθεί και εφαρμόζουν και έτσι δεν υπάρχει περιθώριο για την ανάπτυξη της φαντασίας και του πειραματισμού (Haylock, 1997; Hong & Aqai, 2004; Pehkonen, 1997b). Ο Haylock (1997) μελέτησε μαθητές που είχαν ίδιο επίπεδο μαθηματικής επίδοσης και βρήκαν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο επίπεδο της μαθηματικής δημιουργικότητας. Οι Hong and Aqai (2004) μελέτησαν τις διαφορές μεταξύ χαρισματικών μαθητών που είχαν υψηλή επίδοση στα Μαθηματικά και μαθητές που είχαν υψηλή μαθηματική δημιουργικότητα αλλά όχι απαραίτητα και υψηλή επίδοση στα Μαθηματικά και βρήκαν ότι οι μαθητές με υψηλή μαθηματική δημιουργικότητα είχαν υψηλότερες γνωστικές ικανότητες. Υποστήριξαν ότι οι παραδοσιακές δοκιμασίες αξιολόγησης και αναγνώρισης των χαρισματικών μαθητών στα Μαθηματικά δεν συμπεριλαμβάνουν δραστηριότητες που αξιολογούν τη δημιουργικότητα αλλά μετρών μόνο την απομνημόνευση, την ακρίβεια και την ταχύτητα της απάντησης στους αλγορίθμους και στους τρόπους επίλυσης προβλημάτων που έχουν διδαχθεί. Παρόμοια

συμπεράσματα διεξήγαν και οι Baran, Erdogan, and Çakmak (2011). Οι Baran et al. (2011) μελέτησαν τη σχέση της μαθηματικής ικανότητας μέσω ενός τεστ μαθηματικής επίδοσης και της γενικής δημιουργικότητας μέσω της δοκιμασίας του Torrance για την αξιολόγηση της δημιουργικής σκέψης. Εξέτασαν τους παράγοντες πρωτοτυπία, επεξεργασία, ευχέρεια και ευελιξία με την επίδοση στα Μαθηματικά και δεν βρήκαν καμία σημαντική συσχέτιση.

2.6. Αξιολόγηση της Μαθηματικής Δημιουργικότητας

Στη βιβλιογραφία υπογραμμίζεται η αναγκαιότητα κατασκευής και χρήσης ενός επίσημου σταθμισμένου εργαλείου αξιολόγησης της μαθηματικής δημιουργικότητας γιατί η έλλειψη του, υποβαθμίζει τη σημαντικότητα της στην εκπαιδευτική πράξη (Chamberlin & Moon, 2005; Leikin, 2009). Επιπλέον ένας πολύ σημαντικός περιορισμός των εργαλείων ανάπτυξης και αξιολόγησης της μαθηματικής δημιουργικότητας που έχουν προταθεί από τους ερευνητές αφορά την υποκειμενική επιλογή των δραστηριοτήτων που αυτοί ορίζουν ως δημιουργικές (Leikin, 2009). Γενικά η ανάπτυξη, η μελέτη και η αξιολόγηση της μαθηματικής δημιουργικότητας στο εκπαιδευτικό πλαίσιο εκτελείται ευρέως μέσω των δοκιμασιών αποκλίνουσας και συγκλίνουσας σκέψης με την επίλυση προβλημάτων ανοιχτού τύπου (open ending problems) και μέσω της αντίστροφης διαδικασίας της διατύπωσης προβλημάτων (problem posing) με προβλήματα άλγεβρας και γεωμετρίας (Kwon et al., 2006; Leikin, 2009; Leikin et al., 2009; Leikin & Pitta-Pantazi, 2013; Silver, 1997, 2013; Singer et al., 2011; Tabach & Friedlander, 2013; Voica & Singer, 2013). Ο κάθε ερευνητής συνεπώς επιλέγει και χρησιμοποιεί αυτοσχέδιες δραστηριότητες ή δραστηριότητες που έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί και τις προσαρμόζει στις ανάγκες της έρευνας του. Στα ακόλουθα παρουσιάζονται τέσσερις συστηματικές προσπάθειες αξιολόγησης της μαθηματικής δημιουργικότητας.

2.6.1. Πλαίσιο Αξιολόγησης Μαθηματικής Δημιουργικότητας του Haylock

Ο Haylock (1987) πρότεινε ένα πλαίσιο αξιολόγησης της μαθηματικής δημιουργικότητας για παιδιά σχολικής ηλικίας με βάση δύο βασικών πτυχών της μαθηματικής δημιουργικότητας βασιζόμενος στη θεωρία του Torrance (1965), του Guilford (1956), του Poincaré (1952), του Hadamard (1945) και του Balka (1974) που

περιγράφηκαν στα προηγούμενα: α) την ικανότητα υπέρβασης των τυποποιημένων τρόπων και στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων που ο μαθητής έχει διδαχθεί και έχει μάθει να εφαρμόζει δίνοντας λύσεις εντός του πλαισίου των προβλήματος (πρωτοτυπία) και β) την αποκλίνουσα σκέψη, που μέσω αυτής ο μαθητής θα δώσει πολλαπλές (ευχέρεια) διαφορετικές (ευελιξία) και καινοτόμες (πρωτοτυπία) λύσεις εντός του πλαισίου του μαθηματικού προβλήματος.

2.6.2. Προβλήματα πολλαπλών λύσεων της Leikin

Η Leikin σχεδίασε και χρησιμοποίησε εκτενώς σε έρευνες της (Leikin, 2007, 2009; Leikin & Lev, 2007; Leikin & Lev, 2013; Levav-Waynberg & Leikin, 2009, 2012), το μοντέλο αξιολόγησης της Μαθηματικής Δημιουργικότητας Προβλήματα Πολλαπλών Λύσεων (Multiple Solution Tasks – MST). Η δοκιμασία αξιολογεί την δημιουργική αποκλίνουσα σκέψη και τις τρεις ιδιότητες της δημιουργικότητας που προτάθηκαν από τον Torrance (1965): πρωτοτυπία (originality), ευχέρεια (fluency) και ευελιξία (flexibility). Σε ένα πρόβλημα πολλαπλών λύσεων ο μαθητής απαιτείται να λύσει ένα πρόβλημα με διαφορετικούς τρόπους και οι λύσεις που θα δώσει θα θεωρούνται διαφορετικές αν εμπεριέχουν: α) διαφορετικές αναπαραστάσεις των μαθηματικών εννοιών, β) διαφορετικούς ορισμούς των θεωρημάτων και γ) διαφορετικές ιδιότητες μιας μαθηματικής έννοιας σε διαφορετικό πεδίο.

2.6.3. Αξιολόγηση της μαθηματικής δημιουργικότητας μέσω δραστηριοτήτων τάνγκραμ 5 σταδίων του Van Hiele

Ο Van Hiele (1959, 1999) πρότεινε ένα μοντέλο πέντε επιπέδων μετάβασης της δημιουργικής σκέψης των παιδιών. Μέσα από το μοντέλο του Van Hiele μπορεί να διερευνηθεί η δημιουργική σκέψη των μαθητών μέσα από τις πέντε φάσεις της δοκιμασίας που είναι: α) η διερεύνηση του μαθηματικού προβλήματος, β) ο προσανατολισμός της επίλυσης με βάση τις οδηγίες, γ) η επεξεργασία της προϋπάρχουσας γνώσης στη γεωμετρία και στη δόμηση των σχημάτων, δ) η επιλογή ενός διαφορετικού τρόπου δόμησης και ε) η σύνθεση. Το μοντέλο αξιολογεί τη μαθηματική δημιουργικότητα με βάση τα χαρακτηριστικά της δημιουργικότητας, πρωτοτυπία, ευχέρεια και συγκλίνουσα σκέψη.

2.6.4. Αξιολόγηση της μαθηματικής δημιουργικότητας των χαρισματικών μαθητών στα Μαθηματικά των Kim, Cho & Ahn

Με δεδομένο το ότι η μαθηματική δημιουργικότητα έχει υψηλή συσχέτιση με τη μαθηματική ικανότητα, οι Kim, Cho & Ahn (2004) σχεδίασαν τη δοκιμασία αρχικών και τελικών μετρήσεων Mathematical Creative Problem Solving Ability (MCPSA) για να αξιολογήσουν τη μαθηματική δημιουργική ικανότητα των χαρισματικών μαθητών στα Μαθηματικά. Ως μαθηματική δημιουργική ικανότητα όρισαν την ικανότητα να παράγουν νέες λύσεις με βάση την προϋπάρχουσα γνώση, τις αρχές, τις έννοιες, και τις διάφορες στρατηγικές σκέψης που χρησιμοποιούν και έχουν διδαχθεί. Η δοκιμασία αξιολόγησης της ικανότητας της μαθηματικής δημιουργικής επίλυσης προβλημάτων (MCPSA) εμπεριέχει δραστηριότητες τόσο της συγκλίνουσας όσο και αποκλίνουσας σκέψης. Αποτελείται από δύο μέρη, το πρώτο μέρος εμπεριέχει ανοιχτού τύπου προβλήματα ενώ το δεύτερο κλειστού τύπου και το κάθε μέρος από δραστηριότητες δυσκολίας τεσσάρων επίπεδων.

3. Μέρος τρίτο: Δυναμική Αξιολόγηση

3.1. Εισαγωγή

Τόσο η δημιουργικότητα όσο και η μαθηματική δημιουργικότητα αξιολογούνται ως τώρα με στατικούς τρόπους αξιολόγησης. Ως τώρα δεν υπάρχουν δημοσιευμένα ερευνητικά δεδομένα για την αξιολόγηση του δημιουργικού δυναμικού μέσω της Δυναμικής Αξιολόγησης. Όμως όπως υπογραμμίζουν οι Kaufman, Kaufman, Beghetto, Burgess, and Persson (2009) με βάση τα ερευνητικά δεδομένα που αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα και τη χρησιμότητα της Δυναμικής Αξιολόγησης στους τομείς της ψυχολογίας και της εκπαίδευσης (Elliott, 2003; Grigorenko, 2009; Haywood, Brown, & Wingenfeld, 1990; Haywood & Lidz, 2006; Tzuriel, 2001) που εφαρμόζεται, η Δυναμική Αξιολόγηση θα έπρεπε να αποτελεί μέθοδο αξιολόγησης του δημιουργικού δυναμικού.

3.2. Η έννοια και οι μορφές της Δυναμικής Αξιολόγησης

Η επίκριση των παραδοσιακών – στατικών τρόπων αξιολόγησης των μαθητών όπως επίσης η επίκριση των παραδοσιακών μεθόδων αξιολόγησης της νοημοσύνης, οδήγησαν στο να στραφεί το ερευνητικό ενδιαφέρον στη δυναμική αξιολόγηση (Elliott, 2003; Resing, 2013). Σε αντίθεση με τις στατικές μεθόδους αξιολόγησης που αποτελούν τη συνήθη πρακτική στα εκπαιδευτικά συστήματα παγκοσμίως, η Δυναμική Αξιολόγηση αποτελεί μια διαδραστική προσέγγιση για τη διεξαγωγή αξιολόγησης στους τομείς της ψυχολογίας και της εκπαίδευσης που επικεντρώνεται στην ικανότητα ανταπόκρισης του ατόμου στη διαμεσολάβηση και αποτελεί συνειδητή και σκόπιμη προσπάθεια ώστε να παραχθεί αλλαγή στο άτομο (Elliott, 2003; Grigorenko, 2009; Haywood et al., 1990; Haywood & Lidz, 2006; Tzuriel, 2001). Σύμφωνα με τους Tzuriel (2001) και Haywood and Lidz (2006) η στατική αξιολόγηση είναι ένας δείκτης για την κατάταξη των μαθητών σε σχέση με τους συνομήλικους τους και είναι ανεπαρκής: α) στο να αναδείξει τις γνωστικές ικανότητες των παιδιών και κυρίως των παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες ή /και των παιδιών που προέρχονται από διαφορετικά πολιτισμικά περιβάλλοντα β) στο να παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με την αποτελεσματικότητα της μαθησιακής διαδικασίας και των διδακτικών πρακτικών και γ) στο να αναδείξει τους

μη γνωστικούς παράγοντες που εμπλέκονται στη μαθησιακή διαδικασία όπως τα κίνητρα, το άγχος, η αυτοπεποίθηση και η πρόσβασή στη διαμεσολάβηση.

Σύμφωνα με τους Sternberg and Grigorenko (2002) η δυναμική αξιολόγηση αποτελεί μια διαδικασία που λαμβάνονται υπόψη τα αποτελέσματα της παρέμβασης ή της διαμεσολάβησης, κατά την οποία ο εξεταστής διδάσκει τον εξεταζόμενο στο πως θα αποδώσει καλύτερα στις δραστηριότητες της δοκιμασίας που δεν κατάφερε να αποδώσει επαρκώς. Το τελικό αποτέλεσμα της αξιολόγησης σύμφωνα με τις αρχές της δυναμικής αξιολόγησης συνυπολογίζεται από την αρχική απόδοση του παιδιού σε μια δοκιμασία, όπου δεν έχει πραγματοποιηθεί παρέμβαση ή διαμεσολάβηση στις δραστηριότητες της δοκιμασίας και από την τελική απόδοση του παιδιού όπου έχει πραγματοποιηθεί παρέμβαση ή διαμεσολάβηση στις δραστηριότητες της δοκιμασίας (Sternberg & Grigorenko, 2002). Εναλλακτικά το αποτέλεσμα μπορεί να αποτελεί μόνο η τελική απόδοση στη δοκιμασία (Sternberg & Grigorenko, 2002).

Αναλυτικότερα διέκριναν δύο μορφές της δυναμικής αξιολόγησης: τη μορφή «σάντουιτς» (Sandwich Form) όπου η διαμεσολάβηση ή η παρέμβαση πραγματοποιείται μεταξύ δύο μετρήσεων, της αρχικής και της τελικής και τη μορφή «κέικ» (Cake Form) όπου η διαμεσολάβηση ή η παρέμβαση πραγματοποιείται ξεχωριστά μετά την ολοκλήρωση της κάθε ερώτησης της κάθε δραστηριότητας της δοκιμασίας. Στη μορφή «σάντουιτς» αρχικά χορηγείται το τεστ αρχικής μέτρησης που αποτελεί μια δοκιμασία στατικής αξιολόγησης και έπειτα πραγματοποιείται η διαμεσολάβηση ή η παρέμβαση σε εξατομικευμένο ή ομαδικό επίπεδο που εστιάζει στις απαιτούμενες δεξιότητες και γνώσεις της αρχικής δοκιμασίας. Όταν η δυναμική αξιολόγηση έχει εξατομικευμένο χαρακτήρα τόσο η διαμεσολάβηση ή η παρέμβαση προσαρμόζεται και διαφοροποιείται ανάλογες με τις ανάγκες του κάθε παιδιού, ενώ αν πραγματοποιείται σε επίπεδο ομάδας ή τάξης τότε η παρέμβαση ή η διαμεσολάβηση θα ληφθούν υπόψη οι συνολικές αναγκαιότητες της ομάδας και συνεπώς θα είναι κοινή για όλα τα παιδιά της ομάδας ή της τάξης. Μετά τη διαμεσολάβηση ή την παρέμβαση χορηγείται η δεύτερη δοκιμασία της τελικής μέτρησης που το περιεχόμενο, ο χρόνος ολοκλήρωσης και η δυσκολία είναι ισοδύναμα και αντίστοιχα της δοκιμασίας της αρχικής μέτρησης (Sternberg & Grigorenko, 2002).

Η δεύτερη μορφή της δυναμικής αξιολόγησης η μορφή «κέικ» χορηγείται εξατομικευμένα για κάθε μαθητή. Σε αυτή τη μορφή δεν χορηγείται δοκιμασία αρχικής και τελικής μέτρησης αλλά ο μαθητής συμπληρώνει μια προς μια τις

ερωτήσεις της κάθε δραστηριότητας της δοκιμασίας. Αν ο μαθητής απαντήσει σωστά στην ερώτηση προχωράει στην επόμενη. Αν απαντήσει λάθος σε μια ερώτηση πραγματοποιείται παρέμβαση ή διαμεσολάβηση στο συγκεκριμένο ερώτημα. Το ίδιο ισχύει σταδιακά για κάθε ερώτημα της δοκιμασίας. Η διαμεσολάβηση ή η παρέμβαση του κάθε υπο – ερωτήματος αποτελείται από έναν συγκεκριμένο πλήθος υποδείξεων, όμως αν συνεχίζει ο μαθητής να μην δίνει τη σωστή απάντηση τότε το πλήθος των υποδείξεων διαφοροποιείται και στο μαθητή παρέχονται όσες υποδείξεις χρειάζεται ώστε να καταφέρει να δώσει τη σωστή απάντηση (Sternberg & Grigorenko, 2002).

3.3. Το θεωρητικό πλαίσιο της Δυναμικής Αξιολόγησης

Όπως φαίνεται από τα προηγούμενα η δυναμική αξιολόγηση αποτελεί την αξιολόγηση της σκέψης, της αντίληψης, της μάθησης και της επίλυσης προβλημάτων μέσω της διαδραστικής διδακτικής διαδικασίας με στόχο την τροποποίηση της γνωστικής λειτουργίας (Haywood et al., 1990; Haywood & Lidz, 2006; Resing, 2013; Tzuriel, 2001). Βασίζεται στη θεωρία του Vygotsky (1978) για τη ζώνη επικείμενης ανάπτυξης (Zone of Proximal Development) στο ότι οι ουσιώδεις γνωστικές επεξεργασίες αποτελούνται από σύμβολα, σημεία, επιστημονικές έννοιες και αφαιρετική σκέψη που είναι παρόντα στην προϋπάρχουσα κουλτούρα και διαβιβάζονται στο άτομο από το περιβάλλον και στο μοντέλο της Διαμεσολάβησης (Mediating Learning Experience) του Feuerstein (Feuerstein, Klein, & Tannenbaum, 1991).

3.3.1. Η θεωρία του Vygotsky

Σύμφωνα με τον Poehner (2008) η θεωρία της Ζώνης επικείμενης ανάπτυξης του Vygotsky επιδέχεται δύο προσεγγίσεις. Η πρώτη προσέγγιση βασίστηκε στην παρατήρηση του Vygotsky ότι τα παιδιά που επωφελούνται σημαντικά από τα εκπαιδευτικά συστήματα είναι τα παιδιά που έχουν χαμηλότερο δείκτη νοημοσύνης ενώ η εκπαίδευση φαίνεται να έχει πολύ μικρή ή σχεδόν καμία επίδραση στους μαθητές με υψηλό δείκτη νοημοσύνης. Υποστήριξε ότι αυτή η διαφορά παρατηρείται γιατί τα παιδιά με υψηλό δείκτη νοημοσύνης έχουν ήδη καταφέρει να μεταβούν από το δυνητικό (potential) τους δυναμικό στο πραγματικό τους (actual) δυναμικό σε συνάρτηση με το αναλυτικό πρόγραμμα του σχολείου ενώ οι μαθητές με χαμηλότερο

δείκτη νοημοσύνης στο σχολείο καταφέρνουν να μεταβούν στο πραγματικό τους επίπεδο ανάπτυξης επειδή η εκπαίδευση τους έδωσε αυτό το περιθώριο ανάπτυξης. Αυτή η πρώτη προσέγγιση αποτελεί την μοναδική προσπάθεια του Vygotsky να ποσοτικοποιήσει αυτό που τα παιδιά μπορούν να κάνουν και αυτό που τα παιδιά δυνητικά μπορούν να κάνουν με τις δοκιμασίες νοημοσύνης (Poehner, 2008). Η δεύτερη προσέγγιση της ζώνης της επικείμενης έχει ποιοτικό χαρακτήρα και εστιάζει στη συστηματική και ουσιαστική κατανόηση και ανάπτυξη του δυνητικού δυναμικού μέσα από την κατάλληλη διδασκαλία (Poehner, 2008). Ο Vygotsky υποστήριξε ότι το πραγματικό δυναμικό του παιδιού δεν μπορεί να προσδιοριστεί από επιμέρους, ανεξάρτητες επιδόσεις σε διάφορες δοκιμασίες γιατί αυτές οι επιδόσεις δεν μπορούν να αποδώσουν τη συνολική εικόνα του αναπτυξιακού επιπέδου του παιδιού αλλά αποτελούν αποσπασματικά στοιχεία ελάσσονος σημασίας (Vygotsky & Wollock, 1997). Αντίθετα υποστήριξε ότι για να κατανοηθούν οι γνωστικές ικανότητες του παιδιού και να προβλεφθεί η μελλοντική του γνωστική ανάπτυξη θα πρέπει να αξιολογείται η ανταπόκριση του παιδιού στη διαμεσολάβηση (Vygotsky & Wollock, 1997).

3.3.2. Το μοντέλο της Διαμεσολάβησης του Feuerstein

Η θεωρητική βάση του μοντέλου της Διαμεσολάβησης του Feuerstein είναι η θεωρία της Δομικής Γνωστικής Τροποποίησης (Structural Cognitive Modifiability) η οποία έχει επηρεαστεί και αντικατοπτρίζει τη θεωρία της Ζώνης Επικείμενης Ανάπτυξης του Vygotsky (Poehner & Lantolf, 2005). Σύμφωνα με τη θεωρία της Δομικής Γνωστικής Τροποποίησης η γνωστική ανάπτυξη είναι ένα ανοιχτό σύστημα που μπορεί να τροποποιηθεί και να βελτιωθεί μέσω της εκπαιδευτικής διαμεσολάβησης (Feuerstein et al., 1991). Στο επίκεντρο της θεωρίας του Feuerstein είναι η Διαμεσολαβητική Εμπειρία Μάθησης (Mediated Learning Experience) σύμφωνα με την οποία τα παιδιά δέχονται τα ερεθίσματα του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος φιλτραρισμένα από έναν ενήλικα, συνήθως του δασκάλου που έχει το ρόλο του διαμεσολαβητή και συμβάλει αποτελεσματικά στη διαδικασία της μάθησης και στην ανάπτυξη των γνωστικών του ικανοτήτων (Feuerstein et al., 1991; Sternberg & Grigorenko, 2002).

Οι Παράμετροι του μοντέλου της Διαμεσολάβησης περιγράφονται ως ακολούθως : 1. Βελτίωση και προσδιορισμός των γνωστικών λειτουργιών που

απαιτούνται για τη λύση ενός προβλήματος, τη δοκιμή και τη διαμεσολάβηση. Τα μαθηματικά προϋποθέτουν όλες τις γνωστικές λειτουργίες δηλαδή την προσοχή, την αντίληψη, τη μνήμη, τη γλώσσα, τη λογική επίλυσης προβλήματος, την αναλυτική και κριτική σκέψη, τη λήψη απόφασης, την επαγωγική σκέψη, την παραγωγική σκέψη και τη δημιουργική σκέψη. 2. Προετοιμασία του παιδιού για σύνθετες εργασίες που απαιτούν προϋπάρχουσα γνώση : Θα πρέπει να εξακριβώνεται ο βαθμός που το κάθε παιδί έχει κατακτήσει την προϋπάρχουσα γνώση ώστε να προσαρμοστεί η διαμεσολάβηση. 3. Αυτορρύθμιση μέσω του σχεδιασμού και την οργάνωση της λύσης : Κατά τη διάρκεια της διαμεσολάβησης θα πρέπει να αποφευχθούν οι παρορμητικές λύσεις και να χαθεί η προσοχή των παιδιών. 4. Ενίσχυση της διορατικής και αναλυτικής διαδικασίας : Θα πρέπει το παιδί να ενθαρρύνεται να αναπτύσσει τις ιδέες και τις σκέψεις του και αυτές να αξιοποιούνται εποικοδομητικά στη διάρκεια της διαμεσολάβησης. 5. Διδασκαλία των ειδικών περιεχομένων που σχετίζονται με το πλαίσιο για συγκεκριμένες εργασίες: Θα πρέπει μέσω της διαμεσολάβησης το παιδί να κατανοήσει τις έννοιες που σχετίζονται με την οργάνωση του τρόπου λύσης. 6. Ανατροφοδότηση για την επιτυχία ή την αποτυχία στη διαδικασία της μάθησης : Θα πρέπει να δίνεται η απαραίτητη επεξήγηση και ενίσχυση σε κάθε στάδιο της διαμεσολάβησης. 7. Ανάπτυξη των βασικών δεξιοτήτων επικοινωνίας και επαρκής ανταπόκριση : Θα πρέπει να εξακριβωθεί αν το παιδί λόγω κοινωνικοπολιτισμικών ή γνωστικών αιτιών δεν μπορεί να κατανοήσει το περιεχόμενο των εργασιών και να επιλεγεί ο κατάλληλος τρόπος προσέγγισης ώστε το παιδί να καταφέρει να επιλύσει την άσκηση.

3.4. Τομείς που εφαρμόζεται η δυναμική αξιολόγηση

Η αξιολόγηση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία αφού μέσω της αξιολόγησης προσδιορίζεται ο βαθμός που έχουν επιτευχθεί οι διδακτικοί στόχοι και συνεπώς η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας, εντοπίζονται οι τομείς που χρειάζονται βελτίωση και παρέχεται η κατάλληλη ανατροφοδότηση ώστε να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες αλλαγές και προσαρμογές στη διδασκαλία (Campbell & Collins, 2007; Marriott, 2009). Η δυναμική αξιολόγηση πληρώντας τα παραπάνω κριτήρια αρχικά χρησιμοποιήθηκε στο εκπαιδευτικό πλαίσιο της ειδικής αγωγής (Grigorenko, 2009), όμως τα τελευταία χρόνια και δεδομένη την αποτελεσματικότητα της έχει χρησιμοποιηθεί και σε άλλους

εκπαιδευτικούς τομείς όπως στη διδασκαλία της γλώσσας σε παιδιά που η μητρική τους γλώσσα δεν είναι ίδια με τη γλώσσα του σχολείου (Poehner & Lantolf, 2005), για να εξυπηρετήσει συγκεκριμένες εκπαιδευτικές αναγκαιότητες στα διάφορα γνωστικά αντικείμενα ώστε να διευκολυνθεί η μάθηση (Haywood & Tzuriel, 2002) και γενικότερα για να εξυπηρετήσει περισσότερες εκπαιδευτικές λειτουργίες (Elliott, 2003; Haywood & Lidz, 2006).

Ένας άλλος τομέας που εφαρμόζεται η δυναμική αξιολόγηση τα τελευταία χρόνια και ειδικότερα μετά την ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση που επιτρέπουν το σχεδιασμό παρεμβάσεων μέσω Ηλεκτρονικού Υπολογιστή, αποτελεί πολύτιμο εργαλείο στη διδασκαλία των Μαθηματικών αφού παρέχει αποτελεσματική εξατομικευμένη ανατροφοδότηση στους μαθητές (Meijer & Riemersma, 2002; Wang, 2011a, 2011b). Τα προγράμματα δυναμικής αξιολόγησης στα Μαθηματικά βασίζονται στην υπόθεση ότι η διδασκαλία των στρατηγικών επίλυσης προβλήματος πάνω στα ίδια τα προβλήματα με την παροχή ελάχιστης ενίσχυσης μπορούν να έχουν θετική επιρροή στην εκμάθηση και απόκτηση γνώσεων και ικανοτήτων και τη διεύρυνση της χρήσης τους και σε άλλα προβλήματα (Meijer & Riemersma, 2002). Με τα προγράμματα δυναμικής αξιολόγησης ο μαθητής κατέχει ενεργό ρόλο στη διαδικασία της μάθησης, οικοδομώντας τόσο τη γνώση των μαθηματικών εννοιών όσο και των στρατηγικών επίλυσης αλλά παράλληλα δέχεται και την απαραίτητη επεξήγηση, ενίσχυση και ανατροφοδότηση εξατομικευμένα από τον εκπαιδευτικό ή μέσω του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή (Wang, 2011b).

4. Σκοπός – Ερευνητικά Ερωτήματα

Η σύγχρονη έρευνα έχει απαντήσει σε πολλά ερωτήματα σχετικά με τη μαθηματική δημιουργικότητα και την εκπαιδευτική πράξη όμως υπάρχουν τομείς που χρειάζονται περαιτέρω διερεύνηση (Langrall, 2014; Williams & Huang, 2014). Η μελέτη της σχέσης μεταξύ της μαθηματικής δημιουργικότητας και της μαθηματικής ικανότητας όπως έχει αναφερθεί στα προηγούμενα δεν έχει διασαφηνίσει ακόμα τη φύση της σχέσης μεταξύ των δύο δομών (Cai et al., 2013; Kattou et al., 2013; Mann, 2005; Pelczer & Rodríguez, 2011; Singer et al., 2011; Van Harpen & Sriraman, 2013; Voica & Singer, 2013). Επιπλέον περαιτέρω διερεύνηση χρειάζονται οι τομείς αξιολόγησης της μαθηματικής δημιουργικότητας στο χώρο του σχολείου (Antonenko & Thompson, 2011; Askew, 2013; Chiu, 2009), των εκπαιδευτικών συνθηκών και των παιδαγωγικών προσεγγίσεων που είναι απαραίτητοι για την ανάπτυξη της (Askew, 2013; Chiu, 2009; da Ponte, 2007; S. Kim & Kim, 2010; Kwon et al., 2006; Sarrazy & Novotná, 2013). Ακόμα ένα άλλο ζήτημα που εξετάζεται από τη σύγχρονη έρευνα αφορά και δεν έχει απαντηθεί ακόμα, αφορά στο αν η δημιουργικότητα αποτελεί μια γενική ικανότητα ή αν αποτελεί ικανότητα ενός συγκεκριμένου τομέα (Beghetto & Kaufman, 2009; Han & Marvin, 2002; Plucker & Zabelina, 2009; Sternberg, 2005).

Μέσα από την παρούσα έρευνα θα επιχειρηθεί η αξιολόγηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού μέσω της Δυναμικής Αξιολόγησης. Όπως έχει αναφερθεί στα προηγούμενα η Δυναμική Αξιολόγηση αποτελεί μια διαδραστική προσέγγιση για τη διεξαγωγή αξιολόγησης στους τομείς της ψυχολογίας και της εκπαίδευσης (Elliott, 2003; Grigorenko, 2009; Haywood et al., 1990; Haywood & Lidz, 2006; Tzuriel, 2001). Επικεντρώνεται στην ικανότητα ανταπόκρισης του ατόμου στη διαμεσολάβηση και αποτελεί συνειδητή και σκόπιμη προσπάθεια ώστε να παραχθεί αλλαγή στο άτομο με πολύ σημαντικά αποτελέσματα (Elliott, 2003; Grigorenko, 2009; Haywood et al., 1990; Haywood & Lidz, 2006; Tzuriel, 2001). Έτσι ο σκοπός της παρούσας έρευνας θα είναι να διαπιστωθεί αν η Δυναμική Αξιολόγηση θα έχει ανάλογα αποτελέσματα στην αλλαγή την ενίσχυση και τη βελτίωση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού μετά τη διαμεσολάβηση σε μαθητές της Γ' τάξης Δημοτικού. Επιπλέον θα διαπιστωθεί αν η αλλαγή που θα πραγματοποιηθεί στο μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό μέσα από τη διαμεσολάβηση θα προκαλέσει αντίστοιχα και αλλαγή στο γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό των

μαθητών. Επιπροσθέτως με δεδομένο το ότι η μαθηματική ικανότητα σχετίζεται με τη μαθηματική ικανότητα και τη μαθηματική επίδοση, θα επιχειρηθεί η μελέτη της συσχέτισης μεταξύ του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού και της μαθηματικής ικανότητας. Με βάση τα παραπάνω οι επιμέρους στόχοι και τα επιμέρους ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας έρευνας διατυπώνονται ως ακολούθως:

1. Να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα της διαμεσολάβησης στη δοκιμασία αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού.
2. Να διερευνηθεί η πιθανότητα έμμεσης επίδρασης της διαμεσολάβησης στη δοκιμασία αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού στη δοκιμασία αξιολόγησης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού.
3. Να διαπιστωθούν πιθανές συσχετίσεις μεταξύ του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού με το γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό
4. Να διαπιστωθούν πιθανές συσχετίσεις μεταξύ της μαθηματικής επίδοσης με το μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό
5. Να διερευνηθούν οι πιθανοί προβλεπτικοί παράγοντες του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Μέθοδος

1.1. Περιγραφή του δείγματος

Στα πλαίσια της παρούσας έρευνας τα δεδομένα συλλέχθηκαν με βολική δειγματοληψία (convenient sampling). Το δείγμα αποτέλεσαν μαθητές της Γ΄ τάξης που φοιτούν σε δύο δημοσία σχολεία με δύο τμήματα, πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης του νομού Αττικής με μέσο όρο ηλικίας τα 9 έτη. Το ένα τμήμα σε κάθε σχολείο αποτέλεσε την ομάδα ελέγχου (ΟΕ) και το άλλο την πειραματική ομάδα (ΠΟ - ομάδα διαμεσολάβησης). Η επιλογή των ομάδων έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε στο βαθμό που είναι δυνατόν να υπάρχει αντιστοιχία στο φύλο, την εθνικότητα, στο κοινωνικοοικονομικό, στο πολιτισμικό και στο γνωστικό επίπεδο των συμμετεχόντων (Cohen & Swerdlik, 2010). Η συμμετοχή ήταν εθελοντική και αφορούσε στο σύνολο των μαθητών των τμημάτων, με απαραίτητη προϋπόθεση την ενυπόγραφη συγκατάθεση των γονέων τους. Η επιλογή της συγκεκριμένης τάξης έγινε γιατί σύμφωνα με τη βιβλιογραφία και τα δεδομένα των διαχρονικών μελετών υπάρχουν ενδείξεις ότι το δημιουργικό δυναμικό των παιδιών είναι στο μεγαλύτερο επίπεδο πριν την Δ΄ τάξη οπότε και παρατηρείται μια σημαντική πτώση στη δημιουργικότητα των μαθητών (creativity slump) (Gardner, 1982; Runco, 1996, 2003; E. Torrance, 1968).

Το αρχικό δείγμα αποτελούνταν από 64 παιδιά αλλά εξαιρέθηκαν οι περιπτώσεις που δεν συμμετείχαν σε όλα τα στάδια της έρευνας λόγω απουσίας. Το τελικό δείγμα απαρτίστηκε από 50 παιδιά, 32 κορίτσια σε ποσοστό 64% και 18 αγόρια σε ποσοστό 36%. Τα παιδιά με ελληνική ιθαγένεια ήταν 44 σε ποσοστό 88% ενώ οι αλλοδαποί μαθητές ήταν 6 (2 αγόρια και 4 κορίτσια) σε ποσοστό 12%. Το σύνολο των αλλοδαπών μαθητών είναι από το πρώτο σχολείο ενώ στο δεύτερο σχολείο όλα τα παιδιά είχαν όλα ελληνική ιθαγένεια. Οι αλλοδαποί μαθητές που συμμετείχαν, σύμφωνα με τους εκπαιδευτικούς, δεν παρουσιάζουν δυσκολίες λόγω της μητρικής τους γλώσσας. Επίσης το δείγμα απαρτίζεται από μαθητές χωρίς μαθησιακές δυσκολίες ή κάποια άλλη αναπτυξιακή διαταραχή ή διαταραχή μάθησης. Στην έρευνα συμμετείχαν 21 (8 αγόρια και 13 κορίτσια) από το πρώτο σχολείο σε ποσοστό 42% και 29 (10 αγόρια και 19 κορίτσια) από το δεύτερο σε ποσοστό 58%.

Στην πειραματική ομάδα του πρώτου σχολείου συμμετείχαν 8 μαθητές (2 αγόρια και 6 κορίτσια), ενώ στην ομάδα ελέγχου του πρώτου σχολείου συμμετείχαν 13 μαθητές (6 αγόρια και 7 κορίτσια). Στην πειραματική ομάδα του δεύτερου σχολείου συμμετείχαν 19 μαθητές (6 αγόρια και 13 κορίτσια), ενώ στην ομάδα ελέγχου του δεύτερου σχολείου συμμετείχαν 10 μαθητές (3 αγόρια και 7 κορίτσια). Στην πειραματική ομάδα συμμετείχαν συνολικά 27 παιδιά (9 αγόρια και 18 κορίτσια) σε ποσοστό 54% του συνολικού δείγματος ενώ στην ομάδα ελέγχου συμμετείχαν συνολικά 23 παιδιά (9 αγόρια και 14 κορίτσια) σε ποσοστό 46%. Συνεπώς οι δύο ομάδες ήταν ισοδύναμες ως προς τον πλήθος και ανάλογες ως προς το φύλο των συμμετεχόντων. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η κατανομή του δείγματος ως προς τα σχολεία, στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται η κατανομή του δείγματος ως προς το φύλο.

Πίνακας 1

Κατανομή του δείγματος ως προς τα σχολεία

	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
πειραματική ομάδα σχολείο 1	8	16 %
ομάδα ελέγχου σχολείο 1	13	26 %
πειραματική ομάδα σχολείο 2	19	38 %
ομάδα ελέγχου σχολείο 2	10	20 %

Πίνακας 2

Κατανομή των ομάδων ως προς το φύλο

		Συχνότητα	Ποσοστό (%)
πειραματική ομάδα	Αγόρια	9	66,7 %
	Κορίτσια	18	33,3 %
ομάδα ελέγχου	Αγόρια	9	60,9 %
	Κορίτσια	14	39,1 %

1.2. Ερευνητικά Εργαλεία

Χρησιμοποιήθηκε ένα σύντομο ερωτηματολόγιο δημογραφικών στοιχείων που αφορούσε στο τμήμα, το φύλο, την εθνικότητα, τη βαθμολογία και την περιγραφή της επίδοσης στα Μαθηματικά του κάθε μαθητή που συμπληρώθηκε από τον εκπαιδευτικό του κάθε τμήματος. Το δημιουργικό δυναμικό αξιολογήθηκε με τη χρήση του EPOC – graphic. Η μαθηματική δημιουργικότητα αξιολογήθηκε με αυτοσχέδια δοκιμασία. Η επίδοση στα Μαθηματικά προσδιορίστηκε μέσω της περιγραφής του εκπαιδευτικού της τάξης. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι κατάλληλα για την ηλικία της Γ΄ τάξης, προσφέρονται για την αξιολόγηση ατόμων από διαφορετικά πολιτιστικά και γλωσσικά περιβάλλοντα καθώς δεν επηρεάζονται από το κοινωνικο-πολιτιστικό υπόβαθρο των μαθητών και είναι απαλλαγμένα από οποιοδήποτε στοιχείο διαφήμισης ή προσβλητικού σχολίου. Η χορήγηση τους ήταν ανώνυμη.

1.2.1. EPOC – graphic (αξιολόγηση δημιουργικού δυναμικού)

Για την εκτίμηση του δημιουργικού δυναμικού χρησιμοποιήθηκε το EPoC - Evaluation of Potential Creativity. Οι Lubart et al. (2012) σχεδίασαν το EPOC για την αξιολόγηση του δημιουργικού δυναμικού σε παιδιά πρώτης και μέσης παιδικής ηλικίας. Η δοκιμασία περιλαμβάνει δύο κλίμακες τη λεκτική – λογοτεχνική (verbal) και τη μη λεκτική, γραφικό – καλλιτεχνική (graphic) ενώ υπό κατασκευή βρίσκονται κλίμακες αξιολόγησης και άλλων τομέων της ανθρώπινης δραστηριότητας όπως της δημιουργικής επίλυσης κοινωνικών προβλημάτων, της μουσικής δημιουργικότητας και της επιστημονικής δημιουργικότητας (Lubart et al., 2013). Η δοκιμασία έχει σταθμιστεί από δείγμα μαθητών στην ευρύτερη περιοχή του Παρισιού αλλά υπάρχουν διεθνείς εκδόσεις στα Αγγλικά, στα Τουρκικά, τα Αραβικά και τα Γερμανικά και συνεχώς οι νόρμες της δοκιμασίας ενισχύονται και ενημερώνονται μέσω των δεδομένων που παρέχονται από το αυξανόμενο διαθέσιμο δείγμα (Lubart et al., 2013). Οι δραστηριότητες της κάθε κλίμακας του EPoC έχουν σχεδιαστεί με παρόμοια δομή και η κάθε κλίμακα αποτελείται από τέσσερις δραστηριότητες που αξιολογούν την αποκλίνουσα και συγκλίνουσα δημιουργική σκέψη. Οι δύο δραστηριότητες αξιολογούν την αποκλίνουσα - διερευνητική σκέψη (divergent –

explanatory thinking) και οι άλλες δύο τη συγκλίνουσα – συνθετική (ολική) σκέψη (convergent integrative thinking) (Lubart et al., 2012).

Το EPOC χρησιμοποιείται σε εκπαιδευτικά πλαίσια και παρέχει την δυνατότητα χορήγησης δοκιμασιών προ - μέτρησης και μετά - μέτρησης του δημιουργικού δυναμικού με ισοδύναμες δραστηριότητες. Δεδομένου του ότι το EPOC δεν είναι σταθμισμένο στην Ελλάδα, η βαθμολογία των μαθητών στην παρούσα έρευνα δεν απεικονίζει σταθμισμένες βαθμολογίες (standardized scores) αλλά τις ανεπεξέργαστες – φυσικές βαθμολογίες (raw scores). Εξάλλου τα δεδομένα της παρούσας χρησιμοποιήθηκαν μόνο για σύγκριση μεταξύ τους και όχι για τη συναγωγή συμπερασμάτων συγκριτικά με τον υπόλοιπο πληθυσμό των παιδιών της ηλικίας τους στην Ελλάδα. Στην παρούσα έρευνα χορηγήθηκαν οι δοκιμασίες προ – μέτρησης και μετά – μέτρησης του EPOC – graphic που αποτελεί τη μη λεκτική υποκλίμακα του εργαλείου. Τόσο η δοκιμασία της προ – μέτρησης όσο και η δοκιμασία της μετά – μέτρησης αποτελείται από 4 δραστηριότητες και οι οδηγίες δίδονται προφορικά στους συμμετέχοντες. Αναλυτικά:

Η πρώτη δραστηριότητα αξιολογεί την αποκλίνουσα σκέψη μέσω ενός αφηρημένου οπτικού ερεθίσματος. Στους συμμετέχοντες μοιράζεται μια καρτέλα που απεικονίζει το αφηρημένο ερέθισμα. Τους ζητείται να ζωγραφίσουν όσα περισσότερα σχέδια μπορούν χρησιμοποιώντας το (ο μέγιστος αριθμός έχει οριστεί από τον κατασκευαστή στα 30). Τους δίνεται η προφορική οδηγία ότι κάθε σχέδιο πρέπει να γίνεται σε φύλλο Α6, (μοιράζονται στο κάθε παιδί 30 φύλλα) και ότι κάθε σχέδιο θα πρέπει να είναι διαφορετικό από τα άλλα. Οι συμμετέχοντες μπορούν να χρησιμοποιήσουν όσα φύλλα θέλουν. Τους ζητείται να προσπαθήσουν τα σχέδια τους να είναι όσο πιο πρωτότυπα και ενδιαφέροντα, διαφορετικά από αυτά που θα κάνουν οι άλλοι. Ενημερώνονται ότι έχουν συγκεκριμένο χρόνο (10 λεπτά) για να κάνουν όσα περισσότερα σχέδια μπορούν χρησιμοποιώντας μολύβι και γόμα, ότι μπορούν να αλλάξουν τη γραμμή, να τη μεγαλώσουν, να τη μικρύνουν, να την περιστρέψουν κ.α. Τους ζητάμε να γράψουν τίτλο στο σχέδιο τους καθώς και τι απεικονίζει το ερέθισμα σε κάθε σχέδιο τους.

Η δεύτερη δραστηριότητα αξιολογεί τη συγκλίνουσα σκέψη μέσω ενός αφηρημένου οπτικού ερεθίσματος. Στα παιδιά παρουσιάζεται μια καρτέλα με οχτώ αφηρημένα σχήματα. Τους ζητείται να φτιάξουν ένα σχέδιο σε φύλλο Α4 χρησιμοποιώντας τουλάχιστον 4 από τα σχήματα της καρτέλας. Τους ζητείται να προσπαθήσουν τα σχέδια τους να είναι όσο πιο πρωτότυπα και ενδιαφέρον γίνεται,

διαφορετικό από αυτό που θα κάνουν οι άλλοι. Τους λέμε ότι έχουν συγκεκριμένο χρόνο (15 λεπτά) και ότι μπορούν να αλλάξουν τα σχήματα, να τα μεγαλώσουν, να τα μικρύνουν, να τα περιστρέψουν κ.α. Τους ζητάμε να γράψουν τίτλο στο σχέδιο τους. Μπορούν να χρησιμοποιήσουν και χρώματα αν θέλουν.

Η τρίτη δραστηριότητα αξιολογεί την αποκλίνουσα σκέψη μέσω ενός συγκεκριμένου ερεθίσματος. Στα παιδιά παρουσιάζεται μια καρτέλα με τη φωτογραφία ενός αντικειμένου. Τους ζητείται να ζωγραφίσουν όσα περισσότερα σχέδια μπορούν χρησιμοποιώντας την φωτογραφία του αντικειμένου (ο μέγιστος αριθμός έχει οριστεί από τον κατασκευαστή στα 30). Τους λέμε προφορικά ότι κάθε σχέδιο πρέπει να γίνεται σε φύλλο Α6, (μοιράζονται στο κάθε παιδί 30 φύλλα) και κάθε σχέδιο θα πρέπει να είναι διαφορετικό από τα άλλα. Τα παιδιά μπορούν να χρησιμοποιήσουν όσα φύλλα θέλουν. Τους ζητείται να προσπαθήσουν τα σχέδια τους να είναι όσο πιο πρωτότυπα και ενδιαφέροντα, διαφορετικά από αυτά που θα κάνουν οι άλλοι. Τους λέμε ότι έχουν συγκεκριμένο χρόνο (10 λεπτά) να κάνουν όσα περισσότερα σχέδια μπορούν χρησιμοποιώντας μολύβι και γόμα, ότι μπορούν να αλλάξουν τη γραμμή, να τη μεγαλώσουν, να τη μικρύνουν, να την περιστρέψουν κ.α. Τους ζητάμε να γράψουν τίτλο στο σχέδιο τους.

Η τέταρτη δραστηριότητα αξιολογεί τη συγκλίνουσα σκέψη μέσω ενός συγκεκριμένου ερεθίσματος. Στα παιδιά παρουσιάζεται μια καρτέλα με οχτώ αντικείμενα. Τους ζητείται να φτιάξουν ένα σχέδιο σε φύλλο Α4 χρησιμοποιώντας τουλάχιστον 4 από τα εικονιζόμενα αντικείμενα. Τους ζητείται να προσπαθήσουν τα σχέδια τους να είναι όσο πιο πρωτότυπα και ενδιαφέρον γίνεται, διαφορετικό από αυτό που θα κάνουν οι άλλοι. Τους λέμε ότι έχουν συγκεκριμένο χρόνο (15 λεπτά) και ότι μπορούν να αλλάξουν τις εικόνες, να τα μεγαλώσουν, να τα μικρύνουν, να τα περιστρέψουν κ.α. Τους ζητάμε να γράψουν τίτλο στο σχέδιο τους. Μπορούν να χρησιμοποιήσουν και χρώματα αν θέλουν στο σχέδιο τους.

Η αποκλίνουσα σκέψη, μετριέται μέσω του πλήθους, δηλαδή μέσω του συνόλου των διαφορετικών και πρωτότυπων απαντήσεων στο δεδομένο ερέθισμα της κάθε δραστηριότητας. Το σύνολο των ανεπεξέργαστων – φυσικών απαντήσεων αποτελεί τη βαθμολογία της αποκλίνουσας σκέψης. Για την πρώτη (αφηρημένο ερέθισμα) και την τρίτη (συγκεκριμένο ερέθισμα) δραστηριότητα η ανεπεξέργαστη βαθμολογία, ανάλογα με το πλήθος των απαντήσεων, κατατάσσεται σε μια αύξουσα 7 βαθμιαία κλίμακα επιπέδων και μετά μέσω αυτών των επιπέδων γίνεται η μετατροπή της σε σταθμισμένη. Η αρίθμηση ξεκινάει από το 1 που δηλώνει τη

δημιουργία κανενός ή ενός σχεδίου και φτάνει στο 7. Η συγκλίνουσα σκέψη μετριέται μέσω της δημιουργία ενός πρωτότυπου έργου συνθέτοντας τα αφηρημένα ή τα συγκεκριμένα στοιχεία που παρουσιάζονται στη δεύτερη και την τέταρτη δραστηριότητα αντιστοίχως. Η βαθμολόγηση των δύο δραστηριοτήτων της συγκλίνουσας σκέψης γίνεται επίσης με αύξουσα 7 βαθμιαία κλίμακα από το 1 που δηλώνει το πολύ φτωχό σχέδιο έως το 7 που δηλώνει το πιο δημιουργικό και πρωτότυπο σχέδιο.

1.2.2. Αυτοσχέδια δοκιμασία αξιολόγησης μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού

Η αυτοσχέδια δοκιμασία της αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού σχεδιάστηκε σύμφωνα με τη δομή του EPOC και συνεπώς αποτελείται από τέσσερις δραστηριότητες που αξιολογούν την αποκλίνουσα και συγκλίνουσα δημιουργική σκέψη. Οι δύο δραστηριότητες αξιολογούν την αποκλίνουσα - διερευνητική σκέψη (divergent – explanatory thinking) και οι άλλες δύο τη συγκλίνουσα – ολική σκέψη (convergent integrative thinking). Οι δραστηριότητες επιλέχθηκαν από δραστηριότητες που έχουν χρησιμοποιηθεί σε παλαιότερες έρευνες και προσαρμόστηκαν για μαθητές Γ΄ Δημοτικού. Επιπλέον οι δραστηριότητες της δοκιμασίας είναι σύμφωνες με τη φιλοσοφία και τη στοχοθεσία του Διαθεματικού Ενιαίου Πλαισίου Προγράμματος Σπουδών των Μαθηματικών.

Όπως έχει αναφερθεί στα προηγούμενα διεθνώς η μαθηματική δημιουργικότητα αξιολογείται με προβλήματα ανοιχτού τύπου (open ending problems) και με τη διατύπωση μαθηματικών προβλημάτων (problem posing) με τη χρήση ισάριθμων προβλημάτων άλγεβρας και γεωμετρίας δυσκολίας ανάλογης με την εκπαιδευτική βαθμίδα, το γνωστικό επίπεδο και την ηλικία του υπό εξέταση δείγματος. Για το σχεδιασμό των δραστηριοτήτων λήφθηκε υπόψη το επίπεδο της προϋπάρχουσας γνώσης των Μαθηματικών για μαθητές της Γ΄ τάξης Δημοτικού. Έτσι η πρώτη και η δεύτερη δραστηριότητα προαπαιτούν τη γνώση των πράξεων ενώ η τρίτη και η τέταρτη τη γνώση των γεωμετρικών σχημάτων. Τα παιδιά έχουν διδαχθεί τόσο τις τέσσερις πράξεις όσο και τα γεωμετρικά σχήματα. Σε αντιστοιχία με το EPOC τόσο η δοκιμασία της προ – μέτρησης όσο και η δοκιμασία της μετά – μέτρησης αποτελείται από 4 δραστηριότητες. Οι οδηγίες δίνονται προφορικά αλλά και γραπτά πάνω στο απαντητικό φυλλάδιο. Αναλυτικά:

Η πρώτη δραστηριότητα αξιολογεί την αποκλίνουσα σκέψη μέσω ενός αφηρημένου ερεθίσματος του αριθμού 12 (στη δοκιμασία μετά - μέτρησης του αριθμού 18). Στα παιδιά ζητείται να γράψουν από ποιους αριθμούς και από ποιες πράξεις μπορεί να υπολογιστεί ο αριθμός 12. Επίσης τους ζητείται να γράψουν όσους περισσότερους διαφορετικούς και πρωτότυπους τρόπους μπορούν να σκεφτούν. Αντίστοιχα με το ΕΡοC ο μέγιστος αριθμός λύσεων που μπορούν να δώσουν είναι 30 και ο χρόνος που έχουν για να ολοκληρώσουν τη δραστηριότητα είναι 10 λεπτά.

Η δεύτερη δραστηριότητα αξιολογεί τη συγκλίνουσα σκέψη μέσω αφηρημένου ερεθίσματος. Σε αυτή τη δραστηριότητα ζητείται από τα παιδιά να διατυπώσουν ένα πρόβλημα χρησιμοποιώντας τους από τους παρακάτω αριθμούς, 10, 20, 5, 100, 50, 500, 2, 200 όσους περισσότερους αριθμούς μπορούν (τουλάχιστον 3 αριθμούς). Στην οδηγία τους ζητείται να προσπαθήσουν να φτιάξουν και να λύσουν ένα πρωτότυπο πρόβλημα που δεν θα φτιάξει ο διπλανός / η διπλανή τους και να είναι όσο πιο δημιουργικοί μπορούν. Αντίστοιχα με το ΕΡοC ο μέγιστος ο χρόνος που έχουν για να ολοκληρώσουν τη δραστηριότητα είναι 15 λεπτά. Στη δοκιμασία μετά – μέτρησης οι αριθμοί που τους ζητούνταν να χρησιμοποιήσουν ήταν: 30, 60, 15, 300, 150, 1.500, 6, 600.

Η τρίτη δραστηριότητα αξιολογεί την αποκλίνουσα σκέψη μέσω ενός συγκεκριμένου ερεθίσματος. Στα παιδιά ζητείται να χωρίσουν όσα περισσότερα από τα ορθογώνια που υπάρχουν στο απαντητικό φυλλάδιο μπορούν με όσους περισσότερους διαφορετικούς και πρωτότυπους τρόπους μπορούν να σκεφτούν. Αντίστοιχα με το ΕΡοC, στο απαντητικό φύλλο δίνονται 30 ορθογώνια (στη δοκιμασία μετά – μέτρησης δίνονται 30 παραλληλόγραμμα και ο μέγιστος χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρώσουν τη δραστηριότητα είναι 10 λεπτά.

Η τέταρτη δραστηριότητα αξιολογεί τη συγκλίνουσα σκέψη μέσω ενός συγκεκριμένου ερεθίσματος, του τάνγκραμ. Στα παιδιά ζητείται να φτιάξουν ένα γεωμετρικό σχήμα χρησιμοποιώντας όσα περισσότερα γεωμετρικά σχήματα μπορούν (τουλάχιστον 3 γεωμετρικά σχήματα) από το τάνγκραμ και να γράψουν ποιο γεωμετρικό σχήμα έκαναν. Τους ζητείται να προσπαθήσουν να φτιάξουν ένα γεωμετρικό σχήμα με πρωτότυπο τρόπο που δεν θα ακολουθήσει ο διπλανός / η διπλανή τους και να είναι όσο πιο δημιουργικοί μπορούν. Στη δοκιμασία προ – μέτρησης δίνεται το τάνγκραμ που χρησιμοποιούν στις δραστηριότητες του βιβλίου των Μαθηματικών κομμένο, κόλλα στικ και ένα φύλλο Α4, ενώ στη δοκιμασία μετά – μέτρησης ένα τάνγκραμ με αντίστοιχα κομμάτια και ανάλογης δυσκολίας.

Αντίστοιχα με το ΕΡοC ο μέγιστος ο χρόνος που έχουν για να ολοκληρώσουν τη δραστηριότητα είναι 15 λεπτά.

Αντίστοιχα με το ΕΡοC η αποκλίνουσα σκέψη (πρώτη δραστηριότητα – αφηρημένο ερέθισμα και τρίτη δραστηριότητα – συγκεκριμένο ερέθισμα), μετριέται μέσω των διαφορετικών και πρωτότυπων λύσεων που δίνει ο μαθητής, δηλαδή μέσω του συνόλου των ανεπεξέργαστων – φυσικών απαντήσεων. Ανάλογα με το πλήθος των λύσεων, η βαθμολογία του μαθητή κατατάσσεται σε μια αύξουσα 7 βαθμιαία κλίμακα επιπέδων. Η συγκλίνουσα σκέψη (δεύτερη δραστηριότητα – αφηρημένο ερέθισμα και τέταρτη δραστηριότητα – συγκεκριμένο ερέθισμα) μετριέται μέσω της δημιουργία ενός πρωτότυπου έργου συνθέτοντας τα αφηρημένα ή τα συγκεκριμένα στοιχεία. Η βαθμολόγηση των δύο δραστηριοτήτων της συγκλίνουσας σκέψης γίνεται αντιστοίχως με αύξουσα 7 βαθμιαία κλίμακα. Για τη δεύτερη δραστηριότητα ο μαθητής βαθμολογείται για το πλήθος των αριθμών που χρησιμοποίησε στο πρόβλημα, για την πρωτοτυπία διατύπωσης του προβλήματος και για την επαρκή επίλυση του προβλήματος. Για την τέταρτη δραστηριότητα ο μαθητής βαθμολογείται για τον αριθμό των σχημάτων του τάνγκραμ που χρησιμοποίησε για το δικό του γεωμετρικό σχήμα και για την πρωτοτυπία δόμησης και σύνθεσης του σχήματος που έκανε.

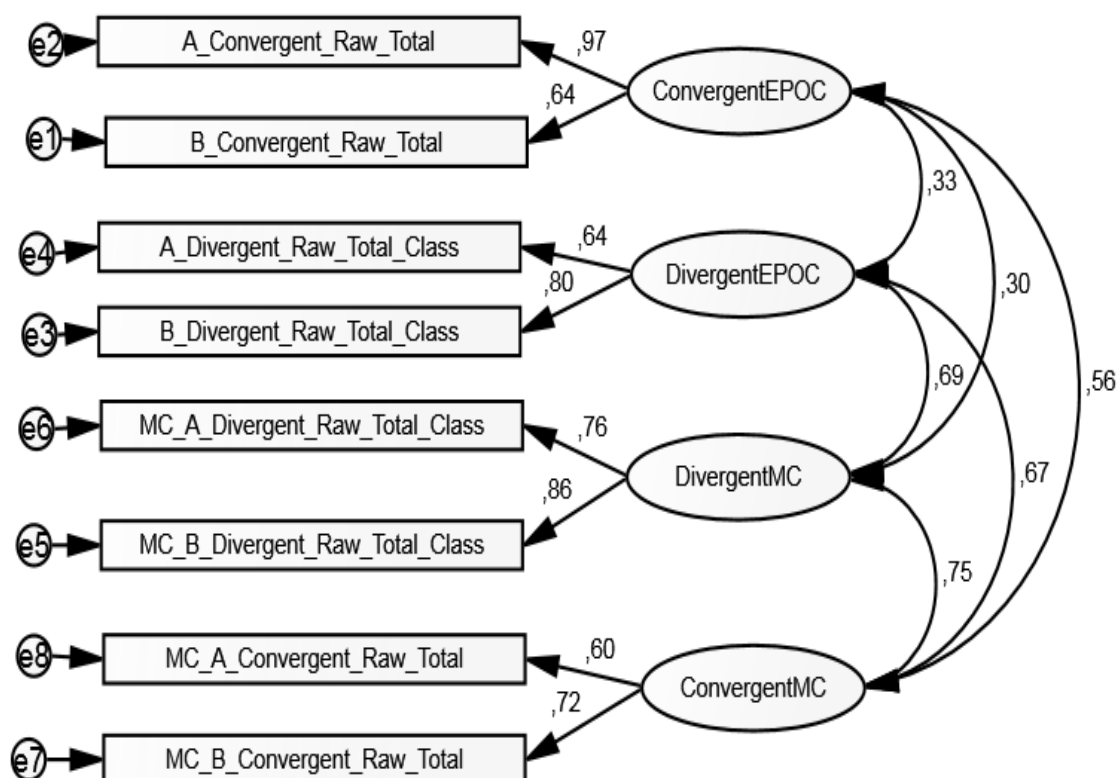
1.2.3. Μαθηματική Επίδοση και Μαθηματική Ικανότητα

Η επίδοση στα Μαθηματικά αξιολογήθηκε μέσω της περιγραφής του εκπαιδευτικού της τάξης. Συγκεκριμένα από τον εκπαιδευτικό ζητήθηκε να αξιολογήσει την επίδοση στα μαθηματικά με βάση την ακόλουθη 7 βαθμιαία κλίμακα (σε αναλογία με την βαθμολόγηση των δοκιμασιών που περιγράφηκαν παραπάνω): βαθμός 1 – πολύ χαμηλή επίδοση, βαθμός 2 – χαμηλή επίδοση, βαθμός 3 – ικανοποιητική επίδοση, βαθμός 4 – καλή επίδοση, βαθμός 5 – πολύ καλή επίδοση, βαθμός 6 – πάρα πολύ καλή επίδοση και βαθμός 7 – εξαιρετική επίδοση. Επίσης ζητήθηκε από τον εκπαιδευτικό να περιγράψει σύντομα τις δυνατότητες και τις αδυναμίες του μαθητή σύμφωνα με τη δική του εκτίμηση μέσα από τη διδασκαλία και τις γραπτές δοκιμασίες του μαθήματος, με βάση τα χαρακτηριστικά που προσδιόρισε ο Krutetskii δηλαδή : α) το επίπεδο χρήσης της μαθηματικής «γλώσσας» δηλαδή των όρων και των συμβόλων των Μαθηματικών, β) την ικανότητα γενίκευσης των στρατηγικών και των τρόπων επίλυσης των προβλημάτων

σε παρόμοια προβλήματα, γ) τον λογικό - επαγωγικό τρόπο σκέψης, δ) την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων με τον πιο σύντομο και ακριβή τρόπο, ε) την ικανότητα εναλλαγής της κατεύθυνσης της σκέψης, στ) την ικανότητα ευελιξίας μεταξύ των γνωστικών διεργασιών, ζ) την ικανότητα ανάκλησης της προϋπάρχουσας γνώσης, των αποκτηθέντων μαθηματικών εννοιών και γενικεύσεων καθώς και να κατατάξει τους μαθητές στις παρακάτω 3 κατηγορίες μαθηματικής ικανότητας (χαμηλή, επαρκής και υψηλή) όπως προκύπτουν από τη θεωρία του Krutetskii που περιγράφηκε στο προηγούμενο.

1.3. Εσωτερική Εγκυρότητα των δοκιμασιών

Η εσωτερική εγκυρότητα των δοκιμασιών διαπιστώθηκε με τον έλεγχο παραγόντων μέσω του δομικού εξομοιωτικού μοντέλου SEM (structural equation model). Η εικόνα 1 παρουσιάζει το μοντέλο με τις μεταβλητές των δύο δοκιμασιών, συγκλίνουσα σκέψη - EPoC, αποκλίνουσα σκέψη - EPoC, συγκλίνουσα σκέψη - Μ.Δ., αποκλίνουσα σκέψη - Μ.Δ., και τα δύο επίπεδα αρχικής και τελικής μέτρησης για την κάθε μια.



Εικόνα 1

Πίνακας 5

Δείκτες του Μοντέλου

CFI	χ^2	Df	χ^2/df	RMSEA
0,972	17, 116	14	1,223	0.067

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι μοντέλο αντιστοιχεί στα δεδομένα της παρούσας έρευνας και συνεπώς δείχνει την “καλή προσαρμογή” (good fit) του μοντέλου (CFI = 0,972, χ^2 = 17, 116, df = 14, χ^2/df = 1,223, RMSEA = 0.067). Η ανάλυση έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές φορτίσεις μεταξύ των πρωταρχικών παραγόντων του μοντέλου, αποκλίνουσα γραφικό – καλλιτεχνική δημιουργική σκέψη με την αποκλίνουσα μαθηματική δημιουργική σκέψη (r = 0,694 , p < 0,05), με τη συγκλίνουσα μαθηματική σκέψη (r = 0,670, p < 0,05), ενώ δεν έδειξε στατιστικά σημαντική φόρτιση για τον παράγοντα συγκλίνουσα γραφικό – καλλιτεχνική δημιουργική σκέψη (r = 0,332, p > 0,05). Επιπλέον ο παράγοντας συγκλίνουσα γραφικό – καλλιτεχνική δημιουργική σκέψη έδειξε σημαντικά στατιστική συσχέτιση με τον παράγοντα συγκλίνουσα μαθηματική δημιουργική σκέψη (r = 0,563, p < 0,05). Τέλος ο παράγοντας αποκλίνουσα μαθηματική δημιουργική σκέψη με τη συγκλίνουσα μαθηματική δημιουργική σκέψη (r = 0,753, p < 0,01).

Η ανάλυση στους επιμέρους παράγοντες της αρχικής και τελικής μέτρησης έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές φορτίσεις μεταξύ του κάθε ένα πρωταρχικού παράγοντα με τους επιμέρους του. Συγκεκριμένα η συγκλίνουσα γραφικό – καλλιτεχνική δημιουργική σκέψη είχε στατιστικά σημαντική φόρτιση για τον παράγοντα της αρχικής μέτρησης (r = 0,972, p < 0,01) και με τον παράγοντα της τελικής μέτρησης (r = 0,639, p < 0,05), η αποκλίνουσα γραφικό – καλλιτεχνική δημιουργική σκέψη είχε στατιστικά σημαντική φόρτιση για τον παράγοντα της αρχικής μέτρησης (r = 0,641, p < 0,05) και με τον παράγοντα της τελικής μέτρησης (r = 0,857, p < 0,05), η αποκλίνουσα μαθηματική δημιουργική σκέψη είχε στατιστικά σημαντική φόρτιση για τον παράγοντα της αρχικής μέτρησης (r = 0,763, p < 0,01) και με τον παράγοντα της τελικής μέτρησης (r = 0,857, p < 0,05) και τέλος η συγκλίνουσα μαθηματική δημιουργική σκέψη είχε στατιστικά σημαντική φόρτιση

για τον παράγοντα της αρχικής μέτρησης ($r = 0,601, p < 0,01$) και με τον παράγοντα της τελικής μέτρησης ($r = 0,722, p < 0,05$).

1.4. Διαδικασία

1.4.1. Περιγραφή των τρόπων διασφάλισης της ανωνυμίας και της προστασίας των υποκειμένων μαθητών, εκπαιδευτικών, σχολείων

Η χορήγηση των εργαλείων και η συλλογή των δεδομένων ήταν ανώνυμη, όπως επίσης δεν θα δημοσιευτούν στοιχεία σχετικά με τα σχολεία, τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές που θα μπορούσαν να διακινδυνεύσουν την ανωνυμία τους. Όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα πριν τη χορήγηση των εργαλείων συλλέχθηκε το ενυπόγραφο έντυπο συγκατάθεσης του γονέα ή κηδεμόνα που δήλωναν ότι επιτρέπουν τη συμμετοχή του παιδιού τους στην έρευνα. Επιπλέον πριν από τη χορήγηση των εργαλείων τονίστηκε στα παιδιά ο σκοπός της έρευνας, η διαδικασία και ο λόγος που είναι απαραίτητη η συμμετοχή τους, ότι η συμμετοχή είναι προαιρετική, ότι κανένα εργαλείο δεν αποτελεί αξιολογικό κριτήριο, ότι μπορούν να διακόψουν τη συμμετοχή τους σε οποιοδήποτε στάδιο της διεξαγωγής των εργαλείων το επιθυμούν, ότι δεν θα αναγράφεται πάνω στα απαντητικά φυλλάδια κανένα σύμβολο, σημάδι ή στοιχείο που θα μπορεί να διακινδυνεύσει την ανωνυμία τους και ότι η αρίθμηση τους θα γίνει εκ των υστέρων και τυχαία. Η φύση της έρευνας δεν εξέθεσε τους συμμετέχοντες σε σωματικό ή ψυχολογικό κίνδυνο.

1.4.2. Περιγραφή της χορήγησης των δοκιμασιών

Ο σχεδιασμός της παρούσας έρευνας είναι ημιπειραματικός. Πριν από την κύρια έρευνα πραγματοποιήθηκε πιλοτική έρευνα με σκοπό να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα της δοκιμασίας της μαθηματικής δημιουργικότητας, και να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες αλλαγές και διορθώσεις. Η πιλοτική έρευνα πραγματοποιήθηκε το Δεκέμβριο του 2015 σε δύο τμήματα Γ' τάξης ενός σχολείου του κέντρου της Αθήνας. Η κυρίως έρευνα πραγματοποιήθηκε σε τέσσερις φάσεις τον Ιανουάριο του 2016. Στην πρώτη φάση πραγματοποιήθηκε προέλεγχος στις δύο ομάδες (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου). Στη δεύτερη και τρίτη φάση εφαρμόστηκε η διαμεσολάβηση στην πειραματική ομάδα και στην τέταρτη φάση ο

μεταέλεγχος στις δύο ομάδες. Συγκεκριμένα περιγράφεται ο σχεδιασμός για κάθε φάση:

Στην πρώτη φάση συλλέχθηκαν τα έντυπα γονεϊκής συγκατάθεσης και ζητήθηκε να δηλώσουν ποιοι μαθητές επιθυμούν να συμμετέχουν. Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν για το σκοπό της έρευνας και βεβαιώθηκαν ότι οι δοκιμασίες δεν αποτελούν αξιολογικό κριτήριο. Επίσης βεβαιώθηκαν ότι μπορούν να αποσύρουν τη συμμετοχή τους σε οποιοδήποτε στάδιο. Έπειτα στην πειραματική ομάδα και στην ομάδα ελέγχου χορηγήθηκαν οι δοκιμασίες προ – μέτρησης της μαθηματικής δημιουργικότητας και του δημιουργικού δυναμικού που περιγράφηκαν αναλυτικά στα προηγούμενα.

Αφού συλλέχθηκαν και αξιολογήθηκαν οι δοκιμασίες προ – μέτρησης της μαθηματικής δημιουργικότητας πραγματοποιήθηκε η εξατομικευμένη διαμεσολάβηση στους συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας. Τα στάδια και τα βήματα της διαμεσολάβησης περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω. Πριν τη διαμεσολάβηση η δοκιμασία προ – μέτρησης της μαθηματικής δημιουργικότητας βαθμολογήθηκε και τα στάδια της διαμεσολάβησης προσαρμόστηκαν ανάλογα με τις δυνατότητες και τις αδυναμίες του κάθε μαθητή. Η διαμεσολάβηση στη δοκιμασία προ – μέτρησης της μαθηματικής δημιουργικότητας πραγματοποιήθηκε για κάθε μαθητή της πειραματικής ομάδας μέσα στην τάξη σε ένα θρανίο πίσω χωρίς να διακόπτεται η ομαλή διεξαγωγή της διδασκαλίας των υπόλοιπων μαθητών. Στην τρίτη φάση πραγματοποιήθηκε η εξατομικευμένη διαμεσολάβηση για τις δραστηριότητες αφηρημένου ερεθίσματος (πρώτη και δεύτερη δραστηριότητα) και την τρίτη μέρα η εξατομικευμένη διαμεσολάβηση για τις δραστηριότητες συγκεκριμένου ερεθίσματος (τρίτη και τέταρτη δραστηριότητα).

Στην τέταρτη φάση στην πειραματική ομάδα και στην ομάδα ελέγχου χορηγήθηκαν οι δοκιμασίες προ – μέτρησης της μαθηματικής δημιουργικότητας και του δημιουργικού δυναμικού που περιγράφηκαν αναλυτικά στα προηγούμενα.

1.4.3. Περιγραφή της Διαμεσολάβησης

Η διαμεσολάβηση σχεδιάστηκε σύμφωνα με τα στάδια ανάπτυξης της μαθηματικής δημιουργικότητας του Ервynck (1991), τους άξονες της Δυναμικής Αξιολόγησης (Haywood et al., 1990) και το μοντέλο της Διαμεσολάβησης των Feuerstein et al. (1991) που περιγράφηκαν στα προηγούμενα. Η διαμεσολάβηση

προσαρμόστηκε όπως προαναφέρθηκε, εξατομικευμένα στις απαντήσεις του κάθε παιδιού στις δραστηριότητες της προ – μέτρησης και έχει 3 βήματα. Συγκεκριμένα:

Βήμα πρώτο: Γνώση της γλώσσας που διατυπώνεται η δραστηριότητα (Linguistic knowledge) – Κατανόηση του κειμένου της εκφώνησης της κάθε δραστηριότητας.

Ανάλογα με την ανάγκες του κάθε παιδιού τους ζητήθηκε:

- να διαβάσουν την εκφώνηση της άσκησης και να βεβαιωθούν ότι δεν υπάρχουν λέξεις οι φράσεις που δεν κατανοούν πλήρως
- να κυκλώσουν τις λέξεις κλειδιά της άσκησης
- να επαναλάβουν με δικά τους λόγια το κείμενο της εκφώνησης,

ώστε να λάβουν την κατάλληλη επεξήγηση και ανατροφοδότηση σε περίπτωση που το παιδί δεν είχε κατανοήσει τι ζητάει.

Βήμα δεύτερο: Εννοιολογική και Σχηματική γνώση (Semantic knowledge - Schematic knowledge) – Αναγνώριση γνώριμων εννοιών και γνώριμων τρόπων επίλυσης ενός προβλήματος. Ενθάρρυνση του μαθητή για τη σκέψη διαφορετικών και πρωτότυπων τρόπων. Αναλυτικά για κάθε δραστηριότητα:

- ▀ πρώτη δραστηριότητα: σχηματισμός 12. Το 12 μπορεί να σχηματιστεί με όλες τις πράξεις ή με συνδυασμό πράξεων. Ανάλογα με τις απαντήσεις του κάθε παιδιού στην δραστηριότητα προσεγγίστηκαν οι πράξεις που δεν χρησιμοποίησε και ενθαρρύνθηκε να σκεφτεί και να χρησιμοποιήσει διαφορετικούς τρόπους.
- ▀ δεύτερη δραστηριότητα: διατύπωση προβλήματος. Η δραστηριότητα ζητάει την διατύπωση ενός προβλήματος με τη χρήση τουλάχιστον 3 αριθμών. Ανάλογα με το πρόβλημα που έχει διατυπώσει το παιδί, αν χρησιμοποίησε τους 3 αριθμούς, αν κατάφερε να διατυπώσει ερώτημα ή ερωτήματα, αν είναι πρόβλημα που λύνεται με μια ή περισσότερες πράξεις, αν κατάφερε να το λύσει το πρόβλημα του, του δόθηκε και η κατάλληλη ανατροφοδότηση. Επίσης ενθαρρύνθηκε να χρησιμοποιήσει περισσότερους αριθμούς και να διατυπώσει ένα πρόβλημα που θα είναι διαφορετικό και πρωτότυπο.
- ▀ τρίτη δραστηριότητα: χωρισμός ορθογωνίου. Η δραστηριότητα ζητάει τον χωρισμό ορθογωνίων με διαφορετικούς τρόπους. Τα παιδιά γνωρίζουν τις κάθετες και τις οριζόντιες γραμμές και πώς να χωρίζουν σε κομμάτια. Ανάλογα με τα πόσα ορθογώνια χώρισε το κάθε παιδί και ποιες γραμμές χρησιμοποίησε, αν το χώρισε με σχήματα, προσεγγίστηκαν οι τρόποι που δε χρησιμοποίησε και ενθαρρύνθηκε στη χρήση διαφορετικών τρόπων.

- τέταρτη δραστηριότητα: σχηματισμός γεωμετρικού σχήματος με το τάνγκραμ. Η δραστηριότητα ζητάει το σχηματισμό ενός γεωμετρικού σχήματος με τη χρήση τουλάχιστον 3 σχημάτων του τάνγκραμ. Ανάλογα με το γεωμετρικό σχήμα που έχει σχηματίσει το παιδί, αν χρησιμοποιήσει τα 3 σχήματα, αν κατάφερε να σχηματίσει ένα γεωμετρικό σχήμα, του δίδεται η κατάλληλη ανατροφοδότηση. Επίσης ενθαρρύνθηκε να χρησιμοποιήσει περισσότερα σχήματα και να συνδυάσει με διαφορετικό και πρωτότυπο τρόπο τα σχήματα του τάνγκραμ για να φτιάξει το δικό του γεωμετρικό σχήμα.

Βήμα τρίτο: Διαδικαστική γνώση – Γνώση επίλυσης (Strategic knowledge - Procedural knowledge) - Οργάνωση των τεχνικών και των τρόπων που γνωρίζει ο μαθητής για την επίλυση ενός προβλήματος καθώς και του τρόπου εκτέλεσης των πράξεων για τον υπολογισμό του αποτελέσματος. Για κάθε δραστηριότητα ζητήθηκε από το μαθητή να περιγράψει τον τρόπο που οργάνωσε τον τρόπο επίλυσης, δηλαδή τα βήματα και τις τεχνικές που επέλεξε. Του ζητήθηκε επίσης να περιγράψει τον τρόπο που θα ακολουθούσε στη δοκιμασία μετά – μέτρησης (μετά τη διαμεσολάβηση). Όπου χρειάστηκε τα παιδιά έλαβαν την κατάλληλη ανατροφοδότηση στον τρόπο οργάνωσης και ενθαρρύνθηκε ο σχεδιασμός χρήσης διαφορετικών και πρωτότυπων τρόπων επίλυσης.

2. Αποτελέσματα

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν μετά το πέρας της ερευνητικής διαδικασίας, αφού βαθμολογηθήκαν, αναλύθηκαν με τη χρήση του Στατιστικού Πακέτου για τις Κοινωνικές Επιστήμες SPSS – PASW Statistics 22. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε αντιστοιχία με τα ερευνητικά ερωτήματα που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα.

2.1. Διαφορές μεταξύ των τελικών και των αρχικών μετρήσεων

Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα που τέθηκε αφορούσε στη διαπίστωση της αποτελεσματικότητας της διαμεσολάβησης στη δοκιμασία αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού. Συνεπώς διερευνήθηκαν οι διαφορές μεταξύ των αρχικών και των τελικών μετρήσεων του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού. Πρώτα παρουσιάζεται η διαφορά μεταξύ της συνολικής τελικής μέτρησης με την συνολική αρχική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού και έπειτα οι επιμέρους διαφορές μεταξύ της τελικής μέτρησης της αποκλίνουσας και της συγκλίνουσας σκέψης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού.

2.1.1. Διαφορά μεταξύ της συνολικής τελικής και της συνολικής αρχικής μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού

Για να απαντηθεί το πρώτο ερώτημα διενεργήθηκε Ανάλυση Διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA). Ως παράγοντας μεταξύ των υποκειμένων (between-subjects factor) ορίστηκαν οι ομάδες της πειραματικής συνθήκης (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου) και ως παράγοντας εντός των υποκειμένων (within-subjects factor) τα δύο επίπεδα των συνολικών μετρήσεων του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού (αρχική μέτρηση και τελική μέτρηση). Αρχικά η ανάλυση πραγματοποιήθηκε χωριστά για την κάθε μια πειραματική συνθήκη και έδειξε ότι υπήρξε σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ της τελικής και της αρχικής μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού της πειραματικής ομάδας $F(1, 26) = 1199,71$ $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,98$ (σημειώνεται στον

Πίνακα 1 με τον εκθέτη ^a), ενώ δεν παρατηρήθηκε το ίδιο για την ομάδα ελέγχου $F(1, 22) = 569,20$ $p > 0,05$.

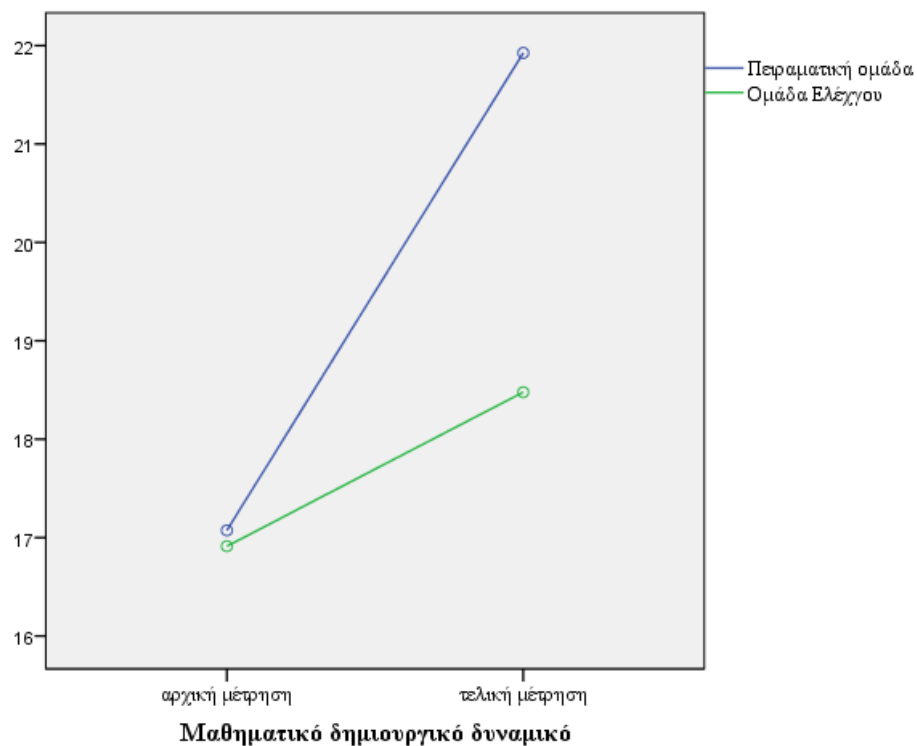
Πινάκας 1

Μετρήσεις μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού Χ πειραματική συνθήκη

		95% CI			
		μ.ο.	τ.α.	ελάχιστο	μέγιστο
πειραματική	Σύνολο ΜΑΘ. ΔΗΜ. Α	17,07 ^a	3,51	10	23
ομάδα	Σύνολο ΜΑΘ. ΔΗΜ. Β	21,93 ^{aβ}	2,70	15	26
ομάδα	Σύνολο ΜΑΘ. ΔΗΜ. Α	16,91	4,52	9	23
ελέγχου	Σύνολο ΜΑΘ. ΔΗΜ. Β	18,48 ^β	3,65	10	24

Σημείωση: οι ίδιοι εκθέτες δηλώνουν ότι οι μέσοι όροι διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους

Έπειτα πραγματοποιήθηκε η ίδια ανάλυση στο σύνολο του δείγματος και έδειξε ότι η πειραματική συνθήκη, είχε σημαντική κύρια επίδραση (main effect) στα αποτελέσματα της δοκιμασίας μετά – μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού, $F(1, 48) = 12,90$ $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,51$. Το Γράφημα 1 δείχνει τις διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων της πειραματικής συνθήκης, ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα.



Γράφημα 1

Προκειμένου να διερευνηθεί η πηγή της αλληλεπίδρασης εκτελέστηκαν περαιτέρω μονοπαραγοντικές (univariate) ANOVAS με ανεξάρτητη μεταβλητή την ομάδα της πειραματικής συνθήκης (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου). Η εξαρτημένη μεταβλητή ήταν οι αρχική και η τελική μέτρηση της δοκιμασίας αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού. Αναλυτικά οι μονοπαραγοντικές αναλύσεις διακύμανσης έδειξαν ότι :

- Στη συνολική αρχική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού δεν υπήρχε σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου $F(1, 49) = 0,020, p > 0,05$.
- Στη συνολική τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού υπήρχε σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου (σημειώθηκε στον Πίνακα 1 με τον εκθέτη ^β) $F(1, 49) = 14,71, p < 0,01, \eta^2 = 0,24$.

Τόσο η κύρια επίδραση όσο και το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης παρέμειναν στατιστικά σημαντικά και μετά την απαλοιφή του παράγοντα μαθηματική επίδοση ως συμμεταβλητή.

2.1.2. Διαφορά μεταξύ της τελικής και της αρχικής μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης

Για να διαπιστωθούν περαιτέρω διαφορές μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου διενεργήθηκε η ίδια ανάλυση (Ανάλυση Διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων). Ως παράγοντας μεταξύ των υποκειμένων (between-subjects factor) ορίστηκαν οι ομάδες της πειραματικής συνθήκης (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου) και ως παράγοντας εντός των υποκειμένων (within-subjects factor) τα δύο επίπεδα των μετρήσεων του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης (αρχική μέτρηση και τελική μέτρηση). Αρχικά η ανάλυση πραγματοποιήθηκε χωριστά για την κάθε μια πειραματική συνθήκη και έδειξε ότι υπήρξε σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ της τελικής και της αρχικής μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης της πειραματικής ομάδας $F(1, 26) = 1746,32, p < 0,01, \eta^2 = 0,99$ (σημειώνεται στον Πίνακα 2 με τον εκθέτη ^α), ενώ το ίδιο παρατηρήθηκε και για την ομάδα ελέγχου $F(1, 22) = 551,86, p < 0,01, \eta^2 = 0,96$ (σημειώνεται στον Πίνακα 2 με τον εκθέτη ^β).

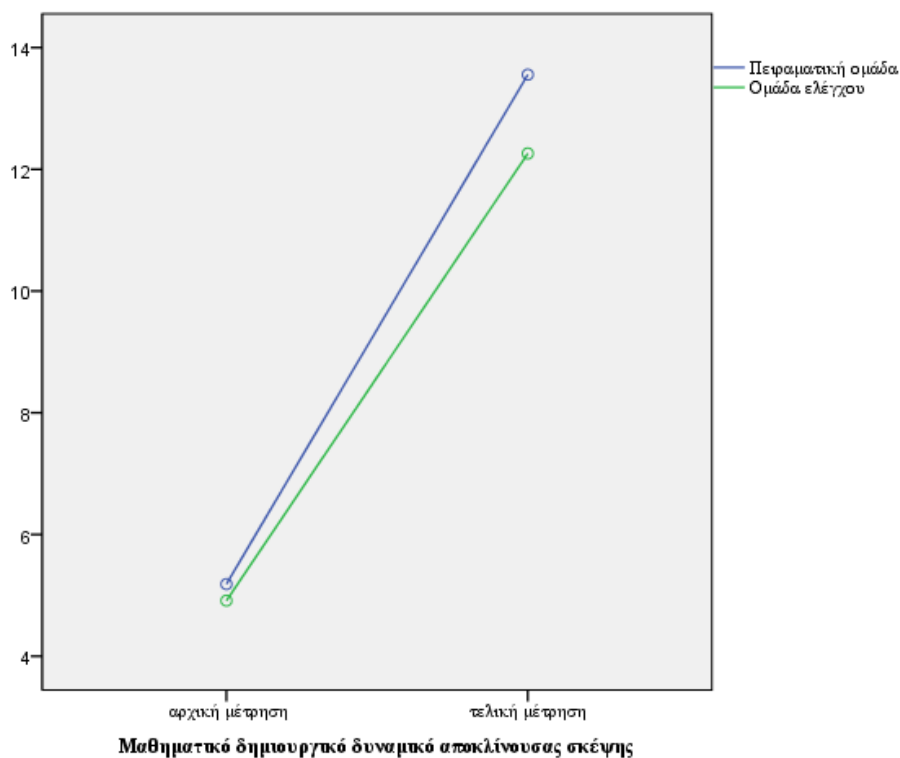
Πινάκας 2

Μετρήσεις μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού X πειραματική συνθήκη

		95% CI			
		μ.ο.	τ.α.	ελάχιστο	Μέγιστο
πειραματική ομάδα	Αποκλ. ΜΑΘ. ΔΗΜ. Α	5,19 ^α	1,44	4,54	5,83
ομάδα	Αποκλ. ΜΑΘ. ΔΗΜ. Β	13,56 ^α	1,01	12,94	14,18
ομάδα	Αποκλ. ΜΑΘ. ΔΗΜ. Α	4,91 ^β	1,91	4,21	5,61
ελέγγου	Αποκλ. ΜΑΘ. ΔΗΜ. Β	12,26 ^β	2,09	11,59	12,93

Σημείωση: οι ίδιοι εκθέτες δηλώνουν ότι οι μέσοι όροι διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους

Έπειτα πραγματοποιήθηκε η ίδια ανάλυση στο σύνολο του δείγματος και έδειξε ότι η πειραματική συνθήκη, δεν είχε σημαντική κύρια επίδραση (main effect) στα αποτελέσματα της δοκιμασίας μετά – μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης, $F(1, 48) = 3,40$, $p > 0,05$. Το Γράφημα 2 δείχνει τις διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων της πειραματικής συνθήκης, ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα.



Γράφημα 2

2.1.3. Διαφορά μεταξύ της τελικής και της αρχικής μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης

Για να διαπιστωθούν περαιτέρω διαφορές μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου διενεργήθηκε η ίδια ανάλυση (Ανάλυση Διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων). Ως παράγοντας μεταξύ των υποκειμένων (between-subjects factor) ορίστηκαν οι ομάδες της πειραματικής συνθήκης (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου) και ως παράγοντας εντός των υποκειμένων (within-subjects factor) τα δύο επίπεδα των μετρήσεων του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης (αρχική μέτρηση και τελική μέτρηση). Αρχικά η ανάλυση πραγματοποιήθηκε χωριστά για την κάθε μια πειραματική συνθήκη και έδειξε ότι υπήρξε σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ της τελικής και της αρχικής μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης της πειραματικής ομάδας $F(1, 26) = 372,70, p < 0,01, \eta^2 = 0,94$ (σημειώνεται στον Πίνακα 3 με τον εκθέτη ^a), ενώ το ίδιο δεν παρατηρήθηκε και για την ομάδα ελέγχου $F(1, 22) = 188,66, p > 0,05$.

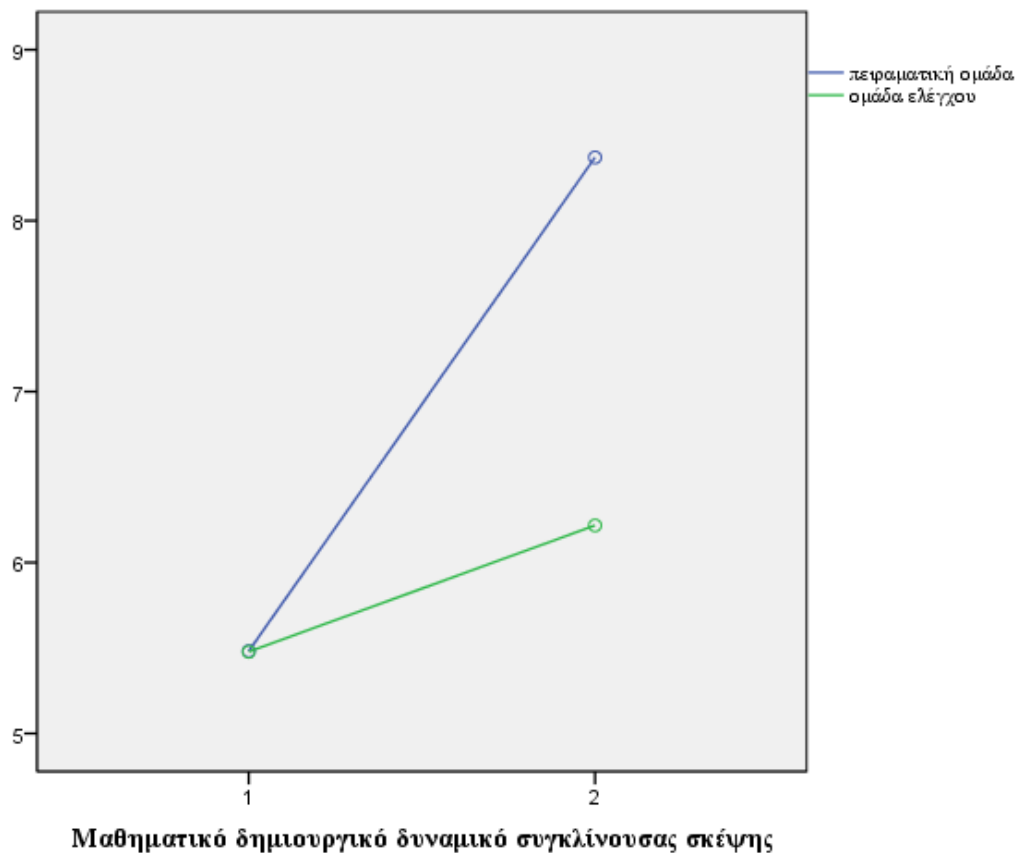
Πίνακας 3

Μετρήσεις μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού Χ πειραματική συνθήκη

		95% CI			
		μ.ο.	τ.α.	ελάχιστο	Μέγιστο
πειραματική ομάδα	Συγκλ. ΜΑΘ. ΔΗΜ. Α	5,48 ^a	1,44	2,10	6,39
ομάδα	Συγκλ. ΜΑΘ. ΔΗΜ. Β	8,37 ^{aβ}	1,01	2,59	9,21
ομάδα	Συγκλ. ΜΑΘ. ΔΗΜ. Α	5,48	1,91	2,10	6,46
ελέγχου	Συγκλ. ΜΑΘ. ΔΗΜ. Β	6,22 ^β	2,09	2,28	7,13

Σημείωση: οι ίδιοι εκθέτες δηλώνουν ότι οι μέσοι όροι διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους

Έπειτα πραγματοποιήθηκε η ίδια ανάλυση στο σύνολο του δείγματος και έδειξε ότι η πειραματική συνθήκη, είχε σημαντική κύρια επίδραση (main effect) στα αποτελέσματα της δοκιμασίας μετά – μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης, $F(1, 48) = 534,27, p < 0,01, \eta^2 = 0,92$. Το Γράφημα 3 δείχνει τις διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων της πειραματικής συνθήκης, ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα.



Γράφημα 3

Προκειμένου να διερευνηθεί η πηγή της αλληλεπίδρασης εκτελέστηκαν περαιτέρω μονοπαραγοντικές (univariate) ANOVAS με ανεξάρτητη μεταβλητή την ομάδα της πειραματικής συνθήκης (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου). Η εξαρτημένη μεταβλητή ήταν η αρχική και η τελική μέτρηση της δοκιμασίας αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης. Αναλυτικά οι μονοπαραγοντικές αναλύσεις διακύμανσης έδειξαν ότι :

- Στη συνολική αρχική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης δεν υπήρχε σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου $F(1, 49) = 0,00$ $p > 0,05$.
- Στη συνολική τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης υπήρχε σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου (σημειώθηκε στον Πίνακα 1 με τον εκθέτη ^b) $F(1, 49) = 12,11$ $p < 0,01$ $\eta^2 = 0,20$.

2.1.4. Διαφορά μεταξύ της συνολικής τελικής και της συνολικής αρχικής μέτρησης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού

Το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα που τέθηκε αφορούσε στη διερεύνηση της πιθανότητας έμμεσης επίδρασης της διαμεσολάβησης στη δοκιμασία αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού στη δοκιμασία αξιολόγησης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού. Έτσι, επιπλέον διερευνήθηκαν οι διαφορές μεταξύ των αρχικών και των τελικών μετρήσεων του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού. Όπως και για το πρώτο ερευνητικό ερώτημα έτσι και για το δεύτερο πρώτα παρουσιάζεται η διαφορά μεταξύ της συνολικής τελικής μέτρησης με την συνολική αρχική μέτρηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού και έπειτα οι επιμέρους διαφορές μεταξύ της τελικής μέτρησης της αποκλίνουσας και της συγκλίνουσας σκέψης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού.

Για να απαντηθεί το δεύτερο ερώτημα διενεργήθηκε Ανάλυση Διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA). Ως παράγοντας μεταξύ των υποκειμένων (between-subjects factor) ορίστηκαν οι ομάδες της πειραματικής συνθήκης (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου) και ως παράγοντας εντός των υποκειμένων (within-subjects factor) τα δύο επίπεδα των συνολικών μετρήσεων του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού (αρχική μέτρηση και τελική μέτρηση). Αρχικά η ανάλυση πραγματοποιήθηκε χωριστά για την κάθε μια πειραματική συνθήκη και έδειξε ότι υπήρξε σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ της τελικής και της αρχικής μέτρησης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού της πειραματικής ομάδας $F(1, 26) = 14,12$ $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,35$ (σημειώνεται στον Πίνακα 4 με τον εκθέτη ^a), ενώ δεν παρατηρήθηκε το ίδιο για την ομάδα ελέγχου $F(1, 22) = 0,30$, $p > 0,05$.

Η Ανάλυση Διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA) έδειξε ότι η πειραματική συνθήκη είχε σημαντική κύρια επίδραση (main effect) στα αποτελέσματα της δοκιμασίας μετά – μέτρησης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού, $F(1, 48) = 8,63$ $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,15$.

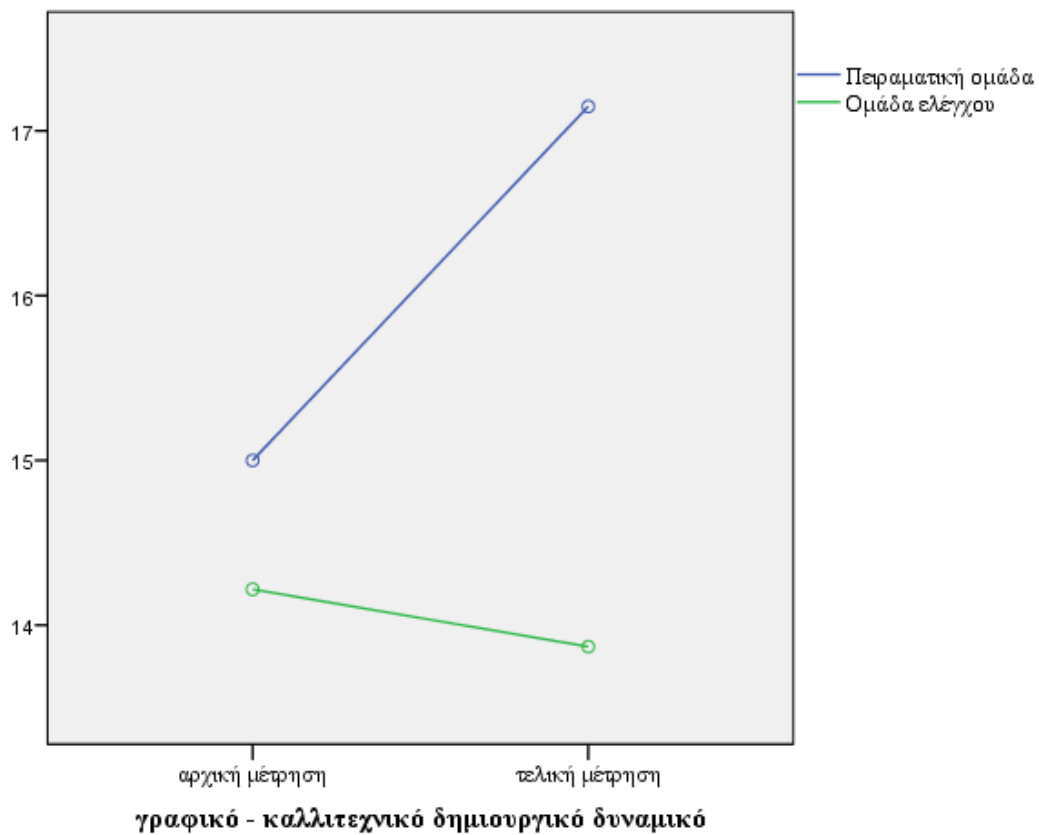
Πινάκας 4

Μετρήσεις γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού X πειραματική συνθήκη

		95% CI			
		μ.ο.	τ.α.	ελάχιστο	Μέγιστο
πειραματική ομάδα	Σύνολο ΓΡ. - Κ. ΔΗΜ. Α	15,00 ^α	4,32	8	24
ομάδα	Σύνολο ΓΡ. - Κ. ΔΗΜ. Β	17,15 ^{α β}	3,84	9	25
ομάδα	Σύνολο ΓΡ. - Κ. ΔΗΜ. Α	14,22	2,56	9	20
ελέγχου	Σύνολο ΓΡ. - Κ. ΔΗΜ. Β	13,87 ^β	3,79	7	22

Σημείωση: οι ίδιοι εκθέτες δηλώνουν ότι οι μέσοι όροι διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους

Το Γράφημα 4 δείχνει τις διαφορές μεταξύ των δύο συνθηκών, ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα.



Γράφημα 4

Προκειμένου να διερευνηθεί η πηγή της αλληλεπίδρασης εκτελέστηκαν περαιτέρω μονοπαραγοντικές (univariate) ANOVAS με ανεξάρτητη μεταβλητή την ομάδα της πειραματικής συνθήκης (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου). Η εξαρτημένη μεταβλητή ήταν οι αρχική και η τελική μέτρηση της δοκιμασίας αξιολόγησης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού. Αναλυτικά οι μονοπαραγοντικές αναλύσεις διακύμανσης έδειξαν ότι :

- Στη συνολική αρχική μέτρηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού δεν υπήρχε σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου $F(1, 49) = 0,58, p > 0,05$.
- Στη συνολική τελική μέτρηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού υπήρχε σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου (σημειώθηκε στον Πίνακα 4 με τον εκθέτη ^β) $F(1, 49) = 14,71, p < 0,01, \eta^2 = 0,24$.
- Στη συνολική τελική μέτρηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού, όπως φαίνεται από τον Πίνακα 4 και από το Γράφημα 4 παρατηρήθηκε μείωση του μέσου όρου της τελικής μέτρησης.

2.1.5. Διαφορά μεταξύ της τελικής και της αρχικής μέτρησης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης

Για να διαπιστωθούν περαιτέρω διαφορές μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου διενεργήθηκε η ίδια ανάλυση (Ανάλυση Διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων). Ως παράγοντας μεταξύ των υποκειμένων (between-subjects factor) ορίστηκαν οι ομάδες της πειραματικής συνθήκης (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου) και ως παράγοντας εντός των υποκειμένων (within-subjects factor) τα δύο επίπεδα των μετρήσεων του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης (αρχική μέτρηση και τελική μέτρηση). Αρχικά η ανάλυση πραγματοποιήθηκε χωριστά για την κάθε μια πειραματική συνθήκη και έδειξε ότι υπήρξε σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ της τελικής και της αρχικής μέτρησης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης της πειραματικής ομάδας $F(1, 26) = 319,67, p < 0,01, \eta^2 = 0,93$ (σημειώνεται στον Πίνακα 5 με τον εκθέτη ^α), ενώ δεν παρατηρήθηκε το ίδιο για την ομάδα ελέγχου $F(1, 22) = 0,93, p > 0,05$.

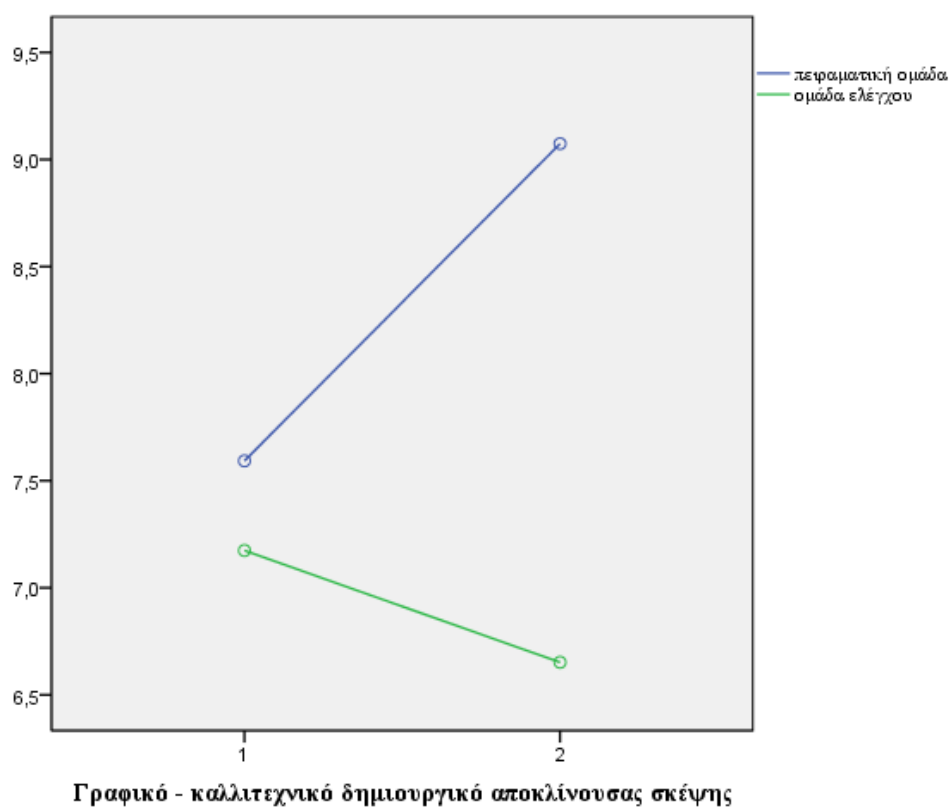
Πινάκας 5

Μετρήσεις γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού X πειραματική συνθήκη

		95% CI			
		μ.ο.	τ.α.	ελάχιστο	Μέγιστο
πειραματική ομάδα	Αποκλ. ΓΡ. - Κ. ΔΗΜ. Α	7,59 ^α	2,58	6,73	8,45
ομάδα	Αποκλ. ΓΡ. - Κ. ΔΗΜ. Β	9,07 ^{αβ}	3,03	7,87	10,28
ομάδα	Αποκλ. ΓΡ. - Κ. ΔΗΜ. Α	7,17	1,72	6,24	8,11
ελέγχου	Αποκλ. ΓΡ. - Κ. ΔΗΜ. Β	6,65 ^β	3,20	5,35	7,95

Σημείωση: οι ίδιοι εκθέτες δηλώνουν ότι οι μέσοι όροι διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους

Έπειτα πραγματοποιήθηκε η ίδια ανάλυση στο σύνολο του δείγματος και έδειξε ότι η πειραματική συνθήκη, είχε σημαντική κύρια επίδραση (main effect) στα αποτελέσματα της δοκιμασίας μετά – μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης, $F(1, 48) = 531,31$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,92$. Το Γράφημα 5 δείχνει τις διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων της πειραματικής συνθήκης, ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα.



Γράφημα 5

Προκειμένου να διερευνηθεί η πηγή της αλληλεπίδρασης εκτελέστηκαν περαιτέρω μονοπαραγοντικές (univariate) ANOVAS με ανεξάρτητη μεταβλητή την ομάδα της πειραματικής συνθήκης (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου). Η εξαρτημένη μεταβλητή ήταν οι αρχική και η τελική μέτρηση της δοκιμασίας αξιολόγησης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης. Αναλυτικά οι μονοπαραγοντικές αναλύσεις διακύμανσης έδειξαν ότι :

- Στην αρχική μέτρηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης δεν υπήρχε σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου $F(1, 49) = 0,44, p > 0,05$.
- Στην τελική μέτρηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης υπήρχε σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου (σημειώθηκε στον Πίνακα 5 με τον εκθέτη ^b) $F(1, 49) = 318,40, p < 0,01, \eta^2 = 0,87$.
- Όπως και στη συνολική τελική μέτρηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού, έτσι και στην τελική μέτρηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης όπως φαίνεται από τον Πίνακα 5 και από το Γράφημα 5 παρατηρήθηκε μείωση του μέσου όρου της τελικής μέτρησης.

2.1.6. Διαφορά μεταξύ της τελικής και της αρχικής μέτρησης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης

Για να διαπιστωθούν περαιτέρω διαφορές μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου διενεργήθηκε η ίδια ανάλυση (Ανάλυση Διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων). Ως παράγοντας μεταξύ των υποκειμένων (between-subjects factor) ορίστηκαν οι ομάδες της πειραματικής συνθήκης (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου) και ως παράγοντας εντός των υποκειμένων (within-subjects factor) τα δύο επίπεδα των μετρήσεων του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης (αρχική μέτρηση και τελική μέτρηση). Αρχικά η ανάλυση πραγματοποιήθηκε χωριστά για την κάθε μια πειραματική συνθήκη και έδειξε ότι δεν υπήρξε σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ της τελικής και της αρχικής μέτρησης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης της πειραματικής ομάδας $F(1, 26) =$

2,36, $p > 0,05$ και το ίδιο παρατηρήθηκε για την ομάδα ελέγχου $F(1, 22) = 0,61$, $p > 0,05$.

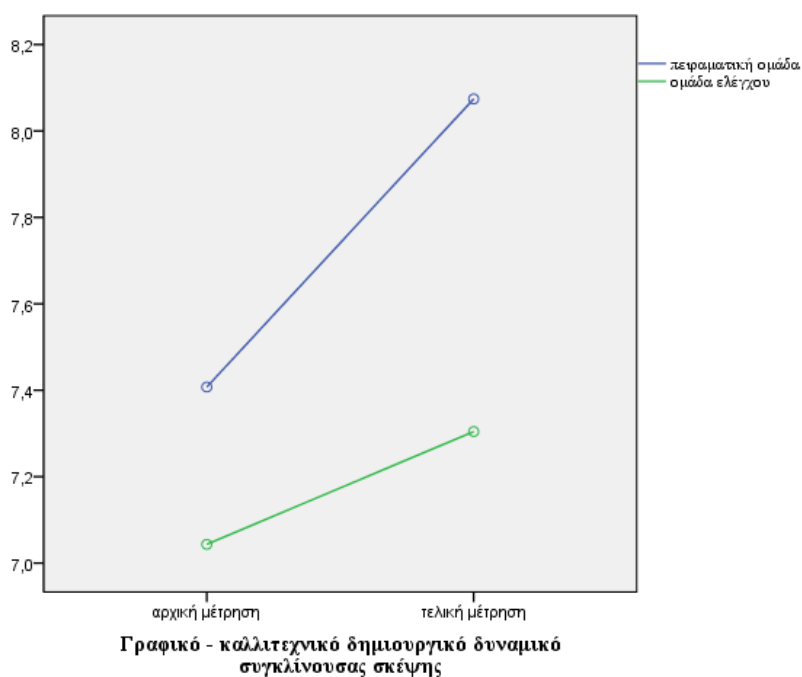
Πινάκας 6

Μετρήσεις γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού X πειραματική συνθήκη

		95% CI			
		μ.ο.	τ.α.	ελάχιστο	Μέγιστο
πειραματική ομάδα	Συγκλ. ΓΡ. - Κ. ΔΗΜ. Α	7,41	2,61	6,46	8,36
ομάδα	Συγκλ. ΓΡ. - Κ. ΔΗΜ. Β	8,07	1,92	7,31	8,84
ομάδα	Συγκλ. ΓΡ. - Κ. ΔΗΜ. Α	7,04	6,24	6,01	8,07
ελέγχου	Συγκλ. ΓΡ. - Κ. ΔΗΜ. Β	7,30	2,06	6,47	8,14

Σημείωση: οι ίδιοι εκθέτες δηλώνουν ότι οι μέσοι όροι διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους

Έπειτα πραγματοποιήθηκε η ίδια ανάλυση στο σύνολο του δείγματος και έδειξε ότι η πειραματική συνθήκη, δεν είχε σημαντική κύρια επίδραση (main effect) στα αποτελέσματα της δοκιμασίας μετά – μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης, $F(1, 48) = 531, 31$, $p > 0,05$. Το Γράφημα 6 δείχνει τις διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων.



Γράφημα 6

2.2. Συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων

Το τρίτο ερευνητικό ερώτημα της παρούσας έρευνας αφορούσε στη διαπίστωση πιθανών συσχετίσεων μεταξύ του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού με το γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό και το τέταρτο ερευνητικό ερώτημα αφορούσε στη διαπίστωση πιθανών συσχετίσεων μεταξύ της μαθηματικής επίδοσης με το μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό. Πρώτα παρουσιάζονται οι συσχετίσεις του τρίτου ερωτήματος και έπειτα οι συσχετίσεις του τέταρτου.

2.2.1. Συσχετίσεις των παραγόντων του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού και των παραγόντων του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού

Για να διερευνηθούν πιθανές συσχετίσεις μεταξύ παραγόντων της δοκιμασίας αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού και των παραγόντων της δοκιμασίας αξιολόγησης του γραφικού δημιουργικού δυναμικού εφαρμόστηκε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson's r. Στον Πίνακα 7 παρουσιάζονται οι συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων των δύο δοκιμασιών :

Πίνακας 7

Δείκτες συνάφειας μεταξύ των παραγόντων των δοκιμασιών (N=50)

Παράγοντες	1	2	3	4	5	6	7	8
γραφ. αποκλίνουσα Α	-							
γραφ. συγκλίνουσα Α	0,201	-						
γραφ. αποκλίνουσα Β	0,512**	0,257	-					
γραφ. συγκλίνουσα Β	0,233	0,621**	0,174	-				
μαθ. αποκλίνουσα Α	0,410**	0,224	0,346*	0,233	-			
μαθ. συγκλίνουσα Α	0,328*	0,366**	0,216	0,206	0,476**	-		
μαθ. αποκλίνουσα Β	0,322*	0,237	0,529**	0,306*	0,654**	0,308*	-	
μαθ. συγκλίνουσα Β	0,303*	0,372**	0,429**	0,251	0,376**	0,434**	0,492**	-

Σημείωση: ο εκθέτης * δείχνει ότι η συσχέτιση είναι σημαντική για $p < 0,05$ και ο εκθέτης ** δείχνει ότι η συσχέτιση είναι σημαντική για $p < 0,01$

Για τον παράγοντα αρχική μέτρηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με τους παράγοντες: α) τελική μέτρηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης $r = 0,512$, $p < 0,01$, β) αρχική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης $r = 0,410$, $p < 0,01$, γ) αρχική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης $r = 0,328$, $p < 0,05$, δ) τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης $r = 0,322$, $p < 0,05$ και τέλος ε) με τον παράγοντα τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης $r = 0,303$, $p < 0,05$.

Για τον παράγοντα αρχική μέτρηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με τους παράγοντες: α) τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης $r = 0,621$, $p < 0,01$, β) αρχική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης $r = 0,366$, $p < 0,01$ και γ) τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης $r = 0,372$, $p < 0,01$.

Για τον παράγοντα τελική μέτρηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με τους παράγοντες: α) αρχική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης $r = 0,346$, $p < 0,05$, β) τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης $r = 0,529$, $p < 0,01$ και γ) τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης $r = 0,429$, $p < 0,01$.

Για τον παράγοντα τελική μέτρηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με τον παράγοντα τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης $r = 0,306$, $p < 0,05$.

Για τον παράγοντα αρχική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει θετική συσχέτιση με τους παράγοντες: α) αρχική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού

συγκλίνουσας σκέψης $r = 0,476, p < 0,01$, β) τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης $r = 0,654, p < 0,01$, και γ) τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης $r = 0,376, p < 0,01$.

Για τον παράγοντα αρχική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει θετική συσχέτιση με τους παράγοντες: α) τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης $r = 0,308, p < 0,05$, και β) τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης $r = 0,434, p < 0,01$.

Για τον παράγοντα τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας σκέψης τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει θετική συσχέτιση με τον παράγοντα τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού συγκλίνουσας σκέψης $r = 0,492, p < 0,01$.

Όπως ήταν αναμενόμενο οι παράγοντες των αρχικών μετρήσεων του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού τόσο της αποκλίνουσας σκέψης όσο και της συγκλίνουσας σκέψης σχετίζονται σημαντικά με τους παράγοντες της τελικής μέτρησης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού αντιστοίχως. Το ίδιο αναμενόταν και παρατηρήθηκε για τις συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων αρχικών και τελικών μετρήσεων του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού αποκλίνουσας και συγκλίνουσας σκέψης. Ο δείκτης συσχέτισης όμως έδειξε, όπως φαίνεται από τα παραπάνω, στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των αρχικών και τελικών μετρήσεων του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού και του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού. Αυτό παρατηρήθηκε τόσο στις μετρήσεις για την αποκλίνουσα σκέψη όσο και για τη συγκλίνουσα σκέψη. Οι θετικές συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων υποδηλώνουν ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού και του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού.

2.2.2. Συσχετίσεις των παραγόντων του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού και της μαθηματικής επίδοσης

Για να διερευνηθούν πιθανές συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων της μαθηματικής επίδοσης και του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού εφαρμόστηκε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson's r .

Πίνακας 8

Δείκτες συνάφειας μεταξύ των παραγόντων του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού και της μαθηματικής επίδοσης (N=50)

<i>Παράγοντες</i>	1	2	3	4	5
μαθηματική αποκλίνουσα Α	-				
μαθηματική συγκλίνουσα Α	0,644**	-			
μαθηματική αποκλίνουσα Β	0,644**	0,353	-		
μαθηματική συγκλίνουσα Β	0,319	0,056	0,398	-	
μαθηματική επίδοση	0,749**	0,525*	0,509*	0,130	-

Σημείωση: ο εκθέτης * δείχνει ότι η συσχέτιση είναι σημαντική για $p < 0,05$ και ο εκθέτης ** δείχνει ότι η συσχέτιση είναι σημαντική για $p < 0,01$

Ο συντελεστής έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ των παραγόντων μαθηματική ικανότητα και μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού της αποκλίνουσας σκέψης τόσο στη δοκιμασία αρχικής μέτρησης, $r = 0,749$, $p < 0,01$ όσο και στη δοκιμασία τελικής μέτρησης $r = 0,525$, $p < 0,05$ ενώ θετική συσχέτιση έδειξε μόνο στη δοκιμασία αρχικής μέτρησης της συγκλίνουσας σκέψης $r = 0,509$, $p < 0,05$. Ο συντελεστής δεν έδειξε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της μαθηματικής επίδοσης και του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού της τελικής μέτρησης της συγκλίνουσας σκέψης όπως ήταν αναμενόμενο, αφού η διαφορά στην αρχική και την τελική μέτρηση ερμηνεύεται από την επίδραση της διαμεσολάβησης. Η μη στατιστικά σημαντική συσχέτιση της μαθητικής επίδοσης με την τελική μέτρηση της συγκλίνουσας σκέψης, μπορεί να ερμηνευτεί λόγω της διαμεσολάβησης. Η θετική συσχέτιση της τελικής μέτρησης της δοκιμασίας αποκλίνουσας σκέψης ερμηνεύεται από το ότι εκτός από την πειραματική ομάδα και η ομάδα ελέγχου όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, παρουσίασε βελτίωση στη δοκιμασία μετά – μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού.

2.3. Προβλεπτικοί παράγοντες του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού

2.3.1. Προβλεπτικοί παράγοντες του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού της αρχικής μέτρησης

Τέλος το πέμπτο ερευνητικό ερώτημα της παρούσας έρευνας αφορούσε στη διερεύνηση των προβλεπτικών παραγόντων του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού. Για να απαντηθεί το πέμπτο ερώτημα εξετάστηκε αν το γραφικό - καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό και η μαθηματική επίδοση αποτελούν προβλεπτικούς παράγοντες του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού. Αρχικά διενεργήθηκε μονοπαραγοντική ανάλυση παλινδρόμησης στο σύνολο του δείγματος. Ως προβλεπόμενη μεταβλητή ορίστηκε η αρχική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού και ως προβλεπτικές η μαθηματική ικανότητα και η αρχική μέτρηση του γραφικού - καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού. Οι συσχετίσεις των μεταβλητών παρουσιάζονται στον Πίνακα 9 και στον Πίνακα 10 οι δείκτες της ανάλυσης.

Πίνακας 9

Δείκτες συνάφειας μεταξύ των παραγόντων μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού, μαθηματικής επίδοσης και γραφικού - καλλιτεχνικού δημιουργικού (N=50)

Παράγοντες	1	2	3
μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό	-		
γραφικό - καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό	0,592**	-	
μαθηματική επίδοση	0,514**	0,295*	-

Σημείωση: ο εκθέτης * δείχνει ότι η συσχέτιση είναι σημαντική για $p < 0,05$ και ο εκθέτης ** δείχνει ότι η συσχέτιση είναι σημαντική για $p < 0,01$

Πίνακας 10

Δείκτες των προβλεπτικών μοντέλων της μονοπαραγοντική ανάλυσης παλινδρόμησης

		Σύνολο (N = 50)		
προβλεπόμενη μεταβλητή	προβλεπτικές μεταβλητές	B	SE B	B
μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό	γραφικό - καλλιτεχνικό δημ. δυν.	0,41	0,12	0,37*
	μαθηματική επίδοση	1,08	0,25	0,48**
		$R^2 = 0,48$		
		$F = 11,39^*$		

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 9 όλες οι συσχετίσεις ήταν στατιστικά σημαντικές. Τα προβλεπτικά μοντέλα ήταν στατιστικά σημαντικά για τον παράγοντα μαθηματική επίδοση $F(1, 48) = 25,949, p < 0,001$ ερμηνεύοντας περίπου το 35% της διακύμανσης ($R^2 = 0,351$) και για την αλληλεπίδραση των παραγόντων μαθηματική επίδοση και γραφικό – καλλιτεχνικό μαθηματικό δημιουργικό $F(1, 47) = 11,308, p < 0,05$ ερμηνεύοντας περίπου το 48% της διακύμανσης ($R^2 = 0,447$). Το μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό προβλέπεται πρωτίστως από τη μαθηματική επίδοση (μερική συσχέτιση 0,56) και σε μικρότερο εύρος από το γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό (μερική συσχέτιση 0,44).

2.3.2. Προβλεπτικοί παράγοντες του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού της τελικής μέτρησης

Η ίδια ανάλυση διενεργήθηκε για να διαπιστωθούν οι προβλεπτικοί παράγοντες της τελικής μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού για την πειραματική ομάδα που πραγματοποιήθηκε η διαμεσολάβηση. Ως προβλεπόμενη μεταβλητή ορίστηκε η τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού και ως προβλεπτικές η μαθηματική ικανότητα, η αρχική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού και η αρχική μέτρηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού. Οι συσχετίσεις των μεταβλητών για την πειραματική ομάδα παρουσιάζονται στον Πίνακα 11 και στον Πίνακα 12 οι δείκτες της ανάλυσης.

Πίνακας 11

Δείκτες συνάφειας μεταξύ των παραγόντων μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού τελικής και αρχικής μέτρησης, μαθηματικής επίδοσης και γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού (N= 27)

Παράγοντες	1	2	3	4
μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό - τελική μέτρηση	-			
γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό αρχική μέτρηση	0,566*	-		
μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό - αρχική μέτρηση	0,780**	0,591*	-	
μαθηματική επίδοση	0,423**	0,342*	0,501*	-

Σημείωση: ο εκθέτης * δείχνει ότι η συσχέτιση είναι σημαντική για $p < 0,05$ και ο εκθέτης ** δείχνει ότι η συσχέτιση είναι σημαντική για $p < 0,01$

Πίνακας 12

Δείκτες των προβλεπτικών μοντέλων της μονοπαραγοντικής ανάλυσης παλινδρόμησης

προβλεπόμενη μεταβλητή	προβλεπτικές μεταβλητές	Σύνολο ($N = 27$)		
		B	$SE\ B$	β
τελική μέτρηση μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού	γραφικό – καλλιτεχνικό	0,10	0,10	0,96
	δημιουργικό δυναμικό μαθηματική επίδοση	0,62	0,26	0,42
	αρχική μέτρηση μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού	0,58	0,11	0,76**
		$R^2 = 0,60$		
		$F = 38,79^{**}$		

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 11 όλες οι συσχετίσεις ήταν στατιστικά σημαντικές. Ωστόσο τα προβλεπτικά μοντέλα δεν ήταν στατιστικά σημαντικά για τους παράγοντες μαθηματική επίδοση και γραφικό – καλλιτεχνικό μαθηματικό δημιουργικό. Ο μόνος προβλεπτικός παράγοντας της τελικής μέτρησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού ήταν η αρχική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού $F(1, 26) = 38,792$, $p < 0,01$ ερμηνεύοντας περίπου το 60 % της διακύμανσης ($R^2 = 0,608$).

4. Συμπεράσματα

4.1. Σχολιασμός αποτελεσμάτων

Η παρούσα έρευνα επικεντρώθηκε στο να μελετήσει την αποτελεσματικότητα της διαμεσολάβησης σύμφωνα με τις αρχές της Δυναμικής Αξιολόγησης. Συνεπώς ο κύριος σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διαπιστωθεί αν η Δυναμική Αξιολόγηση μπορεί να αποτελέσει έναν αποτελεσματικό τρόπο αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού στο δείγμα μαθητών της Γ' τάξης που συμμετείχαν στην ημιπειραματική ερευνητική διαδικασία. Επιπλέον ο δεύτερος σκοπός αφορούσε στο αν η διαμεσολάβηση στη δοκιμασία του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού είχε έμμεση επίδραση στις μετρήσεις της δοκιμασίας του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού για το συγκεκριμένο δείγμα. Τέλος, ο τρίτος σκοπός της παρούσας έρευνας αφορούσε στη διαπίστωση της σχέσης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού με τη μαθηματική επίδοση και στη διερεύνηση των προβλεπτικών παραγόντων του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού της συγκεκριμένης έρευνας. Τα αποτελέσματα που θα σχολιαστούν αναλυτικά στα επόμενα φαίνεται να αντιστοιχούν στη βιβλιογραφία και στα ευρήματα προηγούμενων σχετικών ερευνών σχετικά με τη Δυναμική Αξιολόγηση, τη Δημιουργικότητα και τη Μαθηματική Δημιουργικότητα. Οι διαφορές που διαπιστώθηκαν μπορούν να αποδοθούν στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου δείγματος που μελετήθηκε. Ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων που ακολουθεί, οργανώνεται με βάση τη σειρά των ερευνητικών ερωτημάτων που έχουν παρατεθεί στα προηγούμενα.

4.1.1. Επίδραση της διαμεσολάβησης στο μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό

Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, αφορούσε στο να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα της διαμεσολάβησης στη δοκιμασία αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού. Κατά συνέπεια μελετήθηκε αν θα υπάρξουν σημαντικές διαφορές στις μετρήσεις των αρχικών και των τελικών μετρήσεων του

μαθηματικού δημιουργικού μετά τη διαμεσολάβηση στην πειραματική ομάδα και στην ομάδα ελέγχου. Όπως έχει αναφερθεί στα προηγούμενα ως τώρα δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα για την αξιολόγηση του δημιουργικού δυναμικού μέσω της Δυναμικής Αξιολόγησης. Όμως όπως υπογραμμίζουν οι Kaufman et al. (2009) με βάση τα ερευνητικά δεδομένα που αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα και τη χρησιμότητα της Δυναμικής Αξιολόγησης στους τομείς της ψυχολογίας και της εκπαίδευσης (Elliott, 2003; Grigorenko, 2009; Haywood et al., 1990; Haywood & Lidz, 2006; Tzuriel, 2001) που εφαρμόζεται, η Δυναμική Αξιολόγηση θα έπρεπε να αποτελεί μέθοδο αξιολόγησης του δημιουργικού δυναμικού.

Επιπλέον όπως έχει επισημανθεί στα προηγούμενα ένας τομέας της σύγχρονης έρευνας σχετικά με τη μαθηματική δημιουργικότητα αφορά την περαιτέρω διερεύνηση του τομέα της αξιολόγησης της μαθηματικής δημιουργικότητας στο χώρο του σχολείου (Antonenko & Thompson, 2011; Askew, 2013; Chiu, 2009), των εκπαιδευτικών συνθηκών και των παιδαγωγικών προσεγγίσεων που είναι απαραίτητοι για την ανάπτυξη της (Askew, 2013; Chiu, 2009; da Ponte, 2007; Kim & Kim, 2010; Kwon et al., 2006; Sarrazy & Novotná, 2013). Επιπροσθέτως τα ερευνητικά δεδομένα για τη χρήση της Δυναμικής Αξιολόγησης στα Μαθηματικά υποδηλώνουν ότι αποτελεί πολύτιμο εργαλείο στην αξιολόγηση των Μαθηματικών (Meijer & Riemersma, 2002; Wang, 2011a, 2011b). Υπό αυτό το πρίσμα επιχειρήθηκε η αξιολόγηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού μέσω της Δυναμικής Αξιολόγησης για να διαπιστωθεί αν η Δυναμική Αξιολόγηση θα έχει ανάλογα αποτελέσματα στην αλλαγή, την ενίσχυση και τη βελτίωση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού μετά τη διαμεσολάβηση στους μαθητές της Γ' τάξης Δημοτικού του συγκεκριμένου δείγματος.

Τα αποτελέσματα σχετικά με το πρώτο ερευνητικό ερώτημα έδειξαν ότι για το συγκεκριμένο δείγμα μαθητών υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στη συνολική τελική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού μετά τη διαμεσολάβηση στην πειραματική ομάδα σε σχέση με την συνολική αρχική μέτρηση, ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά της συνολικής τελικής με την συνολική αρχική μέτρηση στην ομάδα ελέγχου. Η σύγκριση των συνολικών αρχικών και των τελικών μετρήσεων του δημιουργικού δυναμικού μεταξύ των δύο ομάδων, έδειξε ότι η σύγκριση της συνολικής αρχικής μέτρησης της πειραματικής ομάδας με τη συνολική αρχική μέτρηση της ομάδας ελέγχου δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά ενώ η σύγκριση της συνολικής τελικής μέτρησης της πειραματικής ομάδας

με την συνολική τελική μέτρηση της ομάδας ελέγχου είχε στατιστικά σημαντική διαφορά.

Περαιτέρω διερευνήθηκαν οι επιμέρους διαφορές στις δραστηριότητες αποκλίνουσας και συγκλίνουσας σκέψης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η διαφορά των μέσων όρων της τελικής και της αρχικής μέτρησης τόσο για τις δραστηριότητες αποκλίνουσας όσο και για της συγκλίνουσας σκέψης ήταν στατιστικά σημαντικές για την πειραματική ομάδα. Για την ομάδα ελέγχου τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η διαφορά των μέσων όρων της τελικής και της αρχικής μέτρησης ήταν σημαντικά σημαντικές για τις δραστηριότητες αποκλίνουσας σκέψης, ενώ για τις δραστηριότητες συγκλίνουσας σκέψης δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Επιπλέον τόσο η κύρια επίδραση όσο και το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης παρέμειναν στατικά σημαντικά και μετά την απαλοιφή της επίδρασης του παράγοντα μαθηματική επίδοση ως συμμεταβλητή.

Η σημαντικά στατιστική διαφορά τόσο της συνολικής τελικής μέτρησης με την αρχική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού όσο και η σημαντικά στατιστική διαφορά στις επιμέρους δραστηριότητες της αποκλίνουσας και συγκλίνουσας σκέψης στην πειραματική ομάδα υποδηλώνουν την αποτελεσματικότητα της Δυναμικής Αξιολόγησης ως μεθόδου αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού. Η σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ της τελικής και της αρχικής μέτρησης στις επιμέρους δραστηριότητες της αποκλίνουσας σκέψης στην ομάδα ελέγχου μπορεί να ερμηνευτεί λόγω της εξοικείωσης των παιδιών με τις δραστηριότητες αφού η συνολική κύρια επίδραση δεν ήταν στατιστικά σημαντική για την ομάδα ελέγχου. Συνεπώς το συμπέρασμα για το πρώτο ερευνητικό ερώτημα είναι ότι η διαμεσολάβηση με βάση τις αρχές της Δυναμικής Αξιολόγησης οδήγησε στη βελτίωση και ενίσχυση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού.

4.1.2. Έμμεση επίδραση της διαμεσολάβησης στο γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό

Ένα ζήτημα που εξετάζεται από τη σύγχρονη έρευνα, εγείρει έντονες αντιπαραθέσεις και δεν έχει απαντηθεί ακόμα, αφορά στο αν η δημιουργικότητα αποτελεί μια γενική ικανότητα ή αν αποτελεί μια ειδική ικανότητα ενός συγκεκριμένου τομέα (Beghetto & Kaufman, 2009; Han & Marvin, 2002; Plucker &

Beghetto, 2004; Plucker & Zabelina, 2009; Sternberg, 2005). Η κυρίαρχη άποψη όπως έχει αναφερθεί στα προηγούμενα φαίνεται σήμερα να είναι ότι η δημιουργικότητα είναι μια ειδική ικανότητα ενός συγκεκριμένου τομέα, ωστόσο υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις που υποστηρίζουν μια τρίτη άποψη που συνδυάζει στοιχεία και των δύο απόψεων και υποστηρίζει ότι η δημιουργικότητα μπορεί να αποτελεί ταυτόχρονα μια γενική ικανότητα αλλά και μια ειδική ικανότητα ενός συγκεκριμένου τομέα (Beghetto & Kaufman, 2009; Plucker & Beghetto, 2004). Σύμφωνα με αυτή την άποψη το εκπαιδευτικό και κοινωνικό πλαίσιο που αναπτύσσεται η δημιουργικότητα καθορίζει το επίπεδο εξειδίκευσης ή γενίκευσης της, από την παιδική ηλικία μέχρι την ενηλικίωση, προσεγγίζοντας έτσι τη δημιουργικότητα ως μια αναπτυξιακή δομή (Plucker & Beghetto, 2004).

Με δεδομένο ότι το εκπαιδευτικό περιβάλλον είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που συμβάλουν στην ανάπτυξη και την καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης (Kaufman & Sternberg, 2006) αλλά και της μαθηματικής δημιουργικότητας (Leikin & Pitta-Pantazi, 2013), οι εκπαιδευτικές προεκτάσεις αυτής της προσέγγισης είναι ότι η διάκριση αυτή μεταξύ του ειδικού ή του γενικού χαρακτήρα της δημιουργικότητας δεν έχει ουσιαστική σημασία (Beghetto & Kaufman, 2009; Plucker & Beghetto, 2004). Όπως έχει αναφερθεί στα προηγούμενα οι Beghetto and Kaufman (2009) πρότειναν ένα εκπαιδευτικό μοντέλο ανάπτυξης δημιουργικής πολυμάθειας μέσω του γνωστικού αντικειμένου των Μαθηματικών, όπου οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν το δημιουργικό τους δυναμικό σε όλους τους τομείς και ο Sriraman (2009b) στη διαχρονική τριετή του μελέτη έδειξε περίπου οι μισοί μαθητές ανέπτυξαν χαρακτηριστικά πολυμάθειας και δημιουργικής πολυμάθειας προσπαθώντας να λύσουν ένα μαθηματικό «παράδοξο» πρόβλημα.

Υπό αυτό το πρίσμα εξετάστηκε αν η διαμεσολάβηση που πραγματοποιήθηκε στην πειραματική ομάδα στις δραστηριότητες του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού είχε έμμεσα αποτελέσματα στην αλλαγή, την ενίσχυση και τη βελτίωση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι για το συγκεκριμένο δείγμα μαθητών υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στη συνολική τελική μέτρηση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού μετά τη διαμεσολάβηση στην πειραματική ομάδα σε σχέση με την συνολική αρχική μέτρηση, ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά της συνολικής τελικής με την συνολική αρχική μέτρηση στην ομάδα ελέγχου. Επιπλέον παρατηρήθηκε ότι η τελική μέτρηση της ομάδας ελέγχου είχε μικρότερο μέσο όρο

από την αρχική. Η σύγκριση των συνολικών αρχικών και των τελικών μετρήσεων του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού μεταξύ των δύο ομάδων, έδειξε ότι η σύγκριση της συνολικής αρχικής μέτρησης της πειραματικής ομάδας με τη συνολική αρχική μέτρηση της ομάδας ελέγχου δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά ενώ η σύγκριση της συνολικής τελικής μέτρησης της πειραματικής ομάδας με την συνολική τελική μέτρηση της ομάδας ελέγχου είχε στατιστικά σημαντική διαφορά.

Περαιτέρω διερευνήθηκαν οι επιμέρους διαφορές στις δραστηριότητες αποκλίνουσας και συγκλίνουσας σκέψης του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η διαφορά των μέσων όρων της τελικής και της αρχικής μέτρησης για τις δραστηριότητες αποκλίνουσας σκέψης ήταν στατιστικά σημαντική για την πειραματική ομάδα. Η διαφορά των μέσων όρων της τελικής και της αρχικής μέτρησης για τις δραστηριότητες συγκλίνουσας σκέψης δεν ήταν στατιστικά σημαντική για καμία ομάδα.

Η σημαντικά στατιστική διαφορά τόσο της συνολικής τελικής μέτρησης με την αρχική μέτρηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού όσο και η σημαντικά στατιστική διαφορά στην επιμέρους δραστηριότητα της αποκλίνουσας σκέψης στην πειραματική ομάδα υποδηλώνουν ότι πιθανά η διαμεσολάβηση στη δοκιμασία αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού μπορεί να επηρέασε έμμεσα τη βελτίωση στη δοκιμασία του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού. Η διαφορά του μέσου όρου μεταξύ της συνολικής τελικής και της αρχικής μέτρησης στην ομάδα ελέγχου μπορεί να ερμηνευτεί λόγω της μείωσης του ενδιαφέροντος των παιδιών για τη συμμετοχή στη διαδικασία. Συνεπώς το συμπέρασμα για το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα είναι ότι πιθανά η διαμεσολάβηση να οδήγησε παράλληλα στη βελτίωση και ενίσχυση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού.

4.1.3. Η σχέση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού με το γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό και την μαθηματική ικανότητα

Το τρίτο ερευνητικό ερώτημα αφορούσε στη διαπίστωση των πιθανών συσχετίσεων μεταξύ του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού με το γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό. Τα αποτελέσματα έδειξαν θετική συσχέτιση μεταξύ του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού και του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού.

Το τέταρτο ερευνητικό ερώτημα αφορούσε στη διαπίστωση των πιθανών συσχετίσεων μεταξύ του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού και της μαθηματικής ικανότητας. Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα η σύγχρονη έρευνα έχει δείξει, ότι η μαθηματική δημιουργικότητα αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της ανώτερης μαθηματικής σκέψης και συνεπώς σχετίζεται με τη μαθηματική ικανότητα και την μαθηματική επίδοση (Ervynck, 1991; Haylock, 1997; Leikin & Pitta-Pantazi, 2013; Mann, 2006, 2009; Sriraman, 2004a, 2009a; Sriraman et al., 2013). Ωστόσο η φύση της σχέσης της μαθηματικής δημιουργικότητας, της μαθηματικής ικανότητας και της μαθηματικής επίδοσης δεν έχει διασαφηνίσει ακόμα, δηλαδή δεν έχει διασαφηνιστεί αν η μαθηματική δημιουργικότητα αποτελεί παράγοντα της μαθηματικής ικανότητας ή αν η μαθηματική ικανότητα αποτελεί προϋπόθεση της μαθηματικής δημιουργικότητας (Cai et al., 2013; Kattou et al., 2013; Mann, 2005; Pelczar & Rodríguez, 2011; Singer et al., 2011; Van Harpen & Sriraman, 2013; Voica & Singer, 2013). Επιπλέον αντιφατικά δεδομένα προκύπτουν από τη μελέτη της μαθηματικής δημιουργικότητας σε μαθητές διαφορετικών επιπέδων μαθηματικής ικανότητας. Το μεγαλύτερο μέρος των ερευνητών υποστηρίζει ότι η μαθηματική δημιουργικότητα σχετίζεται με την υψηλή μαθηματική επίδοση και με τη χαρισματικότητα (Kattou et al., 2013; Leikin & Lev, 2013; Mann, 2009; Sriraman, 2008), όμως ένα άλλο μέρος των ερευνητών υποστηρίζουν το αντίθετο (Baran et al., 2011; Haylock, 1997; Hong & Aquí, 2004; Pehkonen, 1997a). Ακόμα οι Levav-Waynberg and Leikin (2012) έδειξαν ότι το κατάλληλο εκπαιδευτικό περιβάλλον μπορεί να βελτιώσει τη μαθηματική δημιουργικότητα των μαθητών με υψηλή και μέτρια επίδοση αλλά σε διαφορετικούς τομείς, οι μαθητές με υψηλή επίδοση μπορούν να βελτιώσουν την πρωτοτυπία ενώ οι μαθητές με μέτρια επίδοση την ευχέρεια και την ευελιξία.

Υπό αυτό το πρίσμα εξετάστηκε η ύπαρξη θετικών συσχετίσεων μεταξύ του παράγοντα μαθηματική ικανότητα με το μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης συσχετίσεων ήταν σύμφωνα με τη βιβλιογραφία και έδειξαν ότι υπάρχει σημαντική θετική συσχέτιση με της μαθηματικής δημιουργικότητας με την μαθηματική ικανότητα. Επιπλέον, όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα του πρώτου ερωτήματος όλοι οι μαθητές τους δείγματος βελτίωσαν το μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό τους μετά τη διαμεσολάβηση γεγονός που υποστηρίζει την καταλληλότητα της Δυναμικής Αξιολόγησης για τους μαθητές όλων των επιπέδων μαθηματικής ικανότητας του συγκεκριμένου δείγματος.

4.1.4. Προβλεπτικοί παράγοντες του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού

Τέλος το πέμπτο ερευνητικό ερώτημα αφορούσε στη διαπίστωση των προβλεπτικών παραγόντων του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παλινδρόμησης έδειξαν ότι τόσο η μαθηματική επίδοση όσο και το γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό αποτελούσαν παράγοντες που επηρέασαν το μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό στο σύνολο των μαθητών πριν την διαμεσολάβηση. Ωστόσο, το μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό προβλέφθηκε πρωτίστως από τη μαθηματική επίδοση και δευτερεύοντος από το γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παλινδρόμησης συνάδουν με τη βιβλιογραφία αφού η μαθηματική δημιουργικότητα όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα της μαθηματικής ικανότητας. Όσον αφορά στη διαπίστωση του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού ως προβλεπτικού παράγοντα του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού υποστηρίζει την άποψη ότι η δημιουργικότητα αποτελεί μια ικανότητα που μπορεί να εκφράζεται σε διάφορους τομείς. Αυτό υποστηρίζεται και από τη διαπίστωση της έμμεσης επίδρασης της διαμεσολάβησης αλλά και τη θετική συσχέτιση του με το μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό.

4.2. Περιορισμοί - Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Στα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας θα πρέπει να συμπεριληφθούν και οι περιορισμοί που αποτελούν ταυτόχρονα και τις προτάσεις για μελλοντική έρευνα. Ο κυριότερος περιορισμός της παρούσας έρευνας είναι το μικρό πλήθος των μαθητών που αποτέλεσαν το τελικό δείγμα της έρευνας και δεν επιτρέπει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων της. Συνεπώς μια πρόταση για μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να αποτελέσει την επανάληψη της σε ένα εκτενέστερο, πιο αντιπροσωπευτικό δείγμα σε περισσότερα σχολεία ώστε να αξιολογηθεί πληρέστερα η αποτελεσματικότητα της δυναμικής αξιολόγησης στην αξιολόγηση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού, η έμμεση επίδραση της στο γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό, η συσχέτιση του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού με την μαθηματική επίδοση καθώς επίσης και τη διερεύνηση της

μαθηματικής επίδοσης και του γραφικού – καλλιτεχνικού δημιουργικού δυναμικού ως προβλεπτικούς παράγοντες του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού.

Επιπλέον έναν άλλο περιορισμό αποτελεί το εργαλείο αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού που ήταν αυτοσχέδιο. Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα στη βιβλιογραφία υπογραμμίζεται ότι δεν υπάρχει κάποιο επίσημο σταθμισμένο εργαλείο αξιολόγησης της μαθηματικής δημιουργικότητας και κατά συνέπεια οι ερευνητές σχεδιάζουν και επιλέγουν υποκειμενικά δραστηριότητες που εκείνοι ορίζουν ως δημιουργικές. Ακόμη ένας άλλος περιορισμός που αφορά στα εργαλεία της έρευνας ήταν ο προσδιορισμός της μαθηματικής επίδοσης και της μαθηματικής ικανότητας. Όπως και στην περίπτωση της αξιολόγησης του μαθηματικού δημιουργικού δυναμικού, δεν υπάρχει κάποιο επίσημο και σταθμισμένο εργαλείο για την αξιολόγηση τους, στην Ελλάδα. Στην παρούσα έρευνα εκτιμήθηκαν με βάση τις περιγραφές των εκπαιδευτικών. Μια άλλη πρόταση θα ήταν η κατασκευή η επανάληψη της με μια δοκιμασία αξιολόγησης της μαθητικής ικανότητας και της μαθηματικής επίδοσης.

Τέλος, στην παρούσα έρευνα μελετήθηκε το μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό και η αποτελεσματικότητα της δυναμικής αξιολόγησης σε αυτό καθώς και η έμμεση επίδραση της στο γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό. Επίσης διαπιστώθηκαν οι συσχετίσεις μεταξύ τους και εξετάστηκαν ως προβλεπτικοί παράγοντες η μαθηματική επίδοση και το γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό. Κατά συνέπεια σε μια μελλοντική διερεύνηση θα μπορούσαν να μελετηθούν επιπροσθέτως και άλλοι τομείς της δημιουργικότητας όπως το λεκτικό δημιουργικό δυναμικό ώστε να διαπιστωθούν οι σχέσεις και οι επιδράσεις μεταξύ περισσότερων τομέων της δημιουργικής σκέψης. Ακόμα, θα μπορούσαν να διεξαχθούν διαφορετικές μορφές του παρόντος ερευνητικού σχεδιασμού ώστε να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα της διαμεσολάβησης και οι έμμεσες επιδράσεις και στους άλλους τομείς της δημιουργικής σκέψης, Συγκεκριμένα θα μπορούσε να σχεδιαστεί και να πραγματοποιηθεί διαμεσολάβηση στο γραφικό – καλλιτεχνικό δημιουργικό δυναμικό και να μελετηθεί η έμμεση επίδραση της διαμεσολάβησης στο μαθηματικό δημιουργικό δυναμικό.

Συμπερασματικά, τα ευρήματα της παρούσας έρευνας θα μπορούσαν να αποτελέσουν το εφαλτήριο για την περεταίρω διερεύνηση της δυναμικής αξιολόγησης ως μέσου αξιολόγησης του δημιουργικού δυναμικού και την αξιοποίηση της στο σχολικό περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

Abraham, A. (2013). Creative thinking as orchestrated by semantic processing vs. cognitive control brain networks. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 95-95.

Abraham, A., Beudt, S., Ott, D., & Yves von Cramon, D. (2012). Creative cognition and the brain: Dissociations between frontal, parietal-temporal and basal ganglia groups. *Brain research*, 1482(1482), 55-70.

Abraham, A., & Windmann, S. (2007). Creative cognition: The diverse operations and the prospect of applying a cognitive neuroscience perspective. *Methods*, 42(1), 38-48.

Amabile, T. M., & Grysiewicz, N. D. (1989). The Creative Environment Scales: Work Environment Inventory. *Creativity Research Journal*.

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., & Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*: Allyn & Bacon.

Antonenko, P., & Thompson, A. (2011). Preservice teachers' perspectives on the definition and assessment of creativity and the role of web design in developing creative potential. *Education and Information Technologies*, 16(2), 203-224. doi: 10.1007/s10639-009-9112-1

Askew, M. (2013). Issues in teaching for and assessment of creativity in mathematics and science *Valuing assessment in science education: Pedagogy, curriculum, policy* (pp. 169-182): Springer.

Baer, J., Kaufman, J. C., & Gentile, C. A. (2004). Extension of the Consensual Assessment Technique to Nonparallel Creative Products. *Creativity Research Journal*.

Balaguer, M. (2001). *Platonism and anti-platonism in mathematics*: Oxford University Press.

Balka, D. S. (1974). Creative Ability in Mathematics. *Arithmetic Teacher*, 21(7), 633-636.

Baran, G., Erdogan, S., & Çakmak, A. (2011). A study on the relationship between six-year-old children's creativity and mathematical ability. *International Education Studies*, 4(1), p105.

Barron, F., & Harrington, D. M. (1981). Creativity, intelligence, and personality. *Annual Review of Psychology*.

Batey, M., Furnham, A., & Safiullina, X. (2010). Intelligence, General Knowledge and Personality as Predictors of Creativity. *Learning and Individual Differences*, 20(5), 532-535.

Becker, J. P., & Shimada, S. (1997). *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics*: ERIC.

Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2007). Toward a broader conception of creativity: A case for "mini-c" creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 1(2), 73.

Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2009). Do we all have multicreative potential? *ZDM*, 41(1-2), 39-44. doi: 10.1007/s11858-008-0143-7

Benbow, C. P., & Arjmand, O. (1990). Predictors of high academic achievement in mathematics and science by mathematically talented students: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 430.

Bolden, D., Harries, T., & Newton, D. (2010). Pre-service primary teachers' conceptions of creativity in mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 73(2), 143-157. doi: 10.1007/s10649-009-9207-z

Brown, S. I., & Walter, M. I. (2005). *The art of problem posing*: Psychology Press.

Cai, J., Moyer, J. C., Wang, N., Hwang, S., Nie, B., & Garber, T. (2013). Mathematical problem posing as a measure of curricular effect on students' learning. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 57-69.

- Campbell, C., & Collins, V. L. (2007). Identifying essential topics in general and special education introductory assessment textbooks. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 26(1), 9-18.
- Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2005). Model-eliciting activities as a tool to develop and identify creatively gifted mathematicians. *Prufrock Journal*, 17(1), 37-47.
- Ching, T. (1997). An experiment to discover mathematical talent in a primary school in Kampong Air. *ZDM*, 29(3), 94-96. doi: 10.1007/s11858-997-0007-6
- Chiu, M.-S. (2009). Approaches to the teaching of creative and non-creative mathematical problems. *International Journal of Science and mathematics education*, 7(1), 55-79.
- Claxton, A. F., Pannells, T. C., & Rhoads, P. A. (2005). Developmental Trends in the Creativity of School-Age Children. *Creativity Research Journal*.
- Cohen, R. J., & Swerdlik, M. E. (2010). *Test Development. Psychological Testing and Assessment*: New York, NY: McGraw-Hill Higher Education.
- Cropley, A. J. (1999). Creativity and cognition: Producing effective novelty. *Roeper review*, 21(4), 253-260.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). 16 Implications of a Systems Perspective for the Study of Creativity. *Handbook of creativity*, 313.
- da Ponte, J. (2007). Investigations and explorations in the mathematics classroom. *ZDM*, 39(5-6), 419-430. doi: 10.1007/s11858-007-0054-z
- Davidson, J. E. (1995). The suddenness of insight. In R. J. Sternberg, Davidson, J.E. (Ed.), *The Nature of Insight* (pp. 125–155). MIT Press, Cambridge, MA.
- Davis, P. J., & Hersh, R. (1998). *The mathematical experience*: Houghton Mifflin Harcourt.
- Elliott, J. (2003). Dynamic assessment in educational settings: Realising potential. *Educational Review*, 55(1), 15-32.

Ernest, P. (1994a). The dialogical nature of mathematics. *Mathematics, education and philosophy: An international perspective*, 33-48.

Ernest, P. (1994b). *Mathematics, education, and philosophy: An international perspective* (Vol. 3): Psychology Press.

Ernest, P. (2005). Agency and Creativity in the Semiotics of Learning Mathematics. In M. G. Hoffmann, J. Lenhard & F. Seeger (Eds.), *Activity and Sign* (pp. 23-34): Springer US.

Ervynck, G. (1991). Mathematical creativity *Advanced mathematical thinking* (pp. 42-53): Springer.

Eysenck, H. J. (1993). Creativity and personality: Suggestions for a theory. *Psychological Inquiry*, 4(3), 147-178.

Eysenck, H. J. (2003). Creativity, personality, and the convergent-divergent continuum. *Critical creative processes*, 95-114.

Feuerstein, R., Klein, P. S., & Tannenbaum, A. J. (1991). *Mediated learning experience (MLE): Theoretical, psychosocial and learning implications*: Freund Publishing House Ltd.

Gagné, F. (2004). A differentiated model of giftedness and talent (dmgt): Personal notes. Retrieved from http://nswagtc.org.au/images/stories/infocentre/gagne_a_differentiated_model_of_giftedness_and_talent.pdf.

Gardner, H. (1982). *Art, mind, and brain: A cognitive approach to creativity*: Basic Books.

Grigorenko, E. L. (2009). Dynamic Assessment and Response to Intervention Two Sides of One Coin. *Journal of Learning Disabilities*, 42(2), 111-132.

Guilford, J. P. (1956). The structure of intellect. *Psychological Bulletin*, 53(4), 267.

Hadamard, J. (1945). *The mathematician's mind: The psychology of invention in the mathematical field*: Princeton University Press.

- Hadamard, J. (1996). The mathematician's mind.
- Han, K.-S., & Marvin, C. (2002). Multiple creativities? Investigating domain-specificity of creativity in young children. *Gifted Child Quarterly*, 46(2), 98-109.
- Haylock, D. W. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in school children. *Educational Studies in Mathematics*, 18(1), 59-74.
- Haylock, D. W. (1997). Recognising mathematical creativity in schoolchildren. *ZDM*, 29(3), 68-74.
- Haywood, H. C., Brown, A. L., & Wingenfeld, S. (1990). Dynamic approaches to psychoeducational assessment. *School Psychology Review*.
- Haywood, H. C., & Lidz, C. S. (2006). *Dynamic assessment in practice: Clinical and educational applications*: Cambridge University Press.
- Haywood, H. C., & Tzuriel, D. (2002). Applications and challenges in dynamic assessment. *Peabody Journal of Education*, 77(2), 40-63.
- Hemmings, B., Grootenboer, P., & Kay, R. (2011). Predicting Mathematics Achievement: The influence of prior achievement and attitudes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(3), 691-705. doi: 10.1007/s10763-010-9224-5
- Hennessey, B. A., & Amabile, T. M. (1999). *Consensual Assessment* Vol. 1. M. A. R. S. R. Pritzker (Ed.) *Encyclopedia of Creativity* (pp. 347).
- Hennessey, B. A., & Amabile, T. M. (2010). Creativity. *Annual Review of Psychology*, 61(1), 569-598. doi: doi:10.1146/annurev.psych.093008.100416
- Hersh, R. (1997). *What is mathematics, really?* : Oxford University Press.
- Hong, E., & Aquí, Y. (2004). Cognitive and motivational characteristics of adolescents gifted in mathematics: Comparisons among students with different types of giftedness. *Gifted Child Quarterly*, 48(3), 191-201.

- Jauk, E., Benedek, M., Dunst, B., & Neubauer, A. C. (2013). The relationship between intelligence and creativity: New support for the threshold hypothesis by means of empirical breakpoint detection. *Intelligence*, 41(4), 212-221.
- Karsenty, R. (2014). Mathematical Ability *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 372-375): Springer.
- Kattou, M., Kontoyianni, K., Pitta-Pantazi, D., & Christou, C. (2013). Connecting mathematical creativity to mathematical ability. *ZDM*, 45(2), 167-181. doi: 10.1007/s11858-012-0467-1
- Kaufman, J. C. (2002). " Creativity and confidence: price of achievement?": Comment.
- Kaufman, J. C., Kaufman, S. B., Beghetto, R. A., Burgess, S. A., & Persson, R. S. (2009). Creative giftedness: Beginnings, developments, and future promises *International handbook on giftedness* (pp. 585-598): Springer.
- Kaufman, J. C., Plucker, J. A., & Baer, J. (2008). Essentials of creativity assessment.
- Kaufman, J. C., & Sternberg, R. J. (2006). *The international handbook of creativity*: Cambridge University Press.
- Kim, H., Cho, S., & Ahn, D. (2004). Development of mathematical creative problem solving ability test for identification of the gifted in math. *Gifted Education International*, 18(2), 164-174.
- Kim, K. H. (2006). Can we trust creativity tests? A review of the Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT). *Creativity Research Journal*, 18(1), 3-14.
- Kim, S., & Kim, S. (2010). The effects of mathematical modeling on creative production ability and self-directed learning attitude. *Asia Pacific Education Review*, 11(2), 109-120. doi: 10.1007/s12564-009-9052-x
- Koestner, R., Walker, M., & Fichman, L. (1999). Childhood parenting experiences and adult creativity. *Journal of Research in Personality*, 33(1), 92-107.

- Koshy, V., Ernest, P., & Casey, R. (2009). Mathematically gifted and talented learners: theory and practice. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(2), 213-228.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, 41(4), 212-218.
- Krummheuer, G. (2013). Research on mathematics learning at the “Center of Individual Development and Adaptive Education” (IDeA)—an introduction. *Educational Studies in Mathematics*, 84(2), 177-181. doi: 10.1007/s10649-013-9502-6
- Krutetskii, V. (1977). The Psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren. *Child Development*, 48(1).
- Krutetskii, V. (Ed.). (1976). *The psychology of mathematical abilities in schoolchildren*: University of Chicago Press.
- Kwon, O. N., Park, J. H., & Park, J. S. (2006). Cultivating divergent thinking in mathematics through an open-ended approach. *Asia Pacific Education Review*, 7(1), 51-61.
- Langrall, C. W. (2014). Linking research and practice: Another call to action? *Journal for Research in Mathematics Education*, 45(2), 154-156.
- Lavy, I., & Shriki, A. (2010). Engaging in problem posing activities in a dynamic geometry setting and the development of prospective teachers' mathematical knowledge. *The Journal of Mathematical Behavior*, 29(1), 11-24.
- Leikin, R. (2007). *Habits of mind associated with advanced mathematical thinking and solution spaces of mathematical tasks*. Paper presented at the Proceedings of the fifth conference of the European Society for Research in Mathematics Education—CERME-5.
- Leikin, R. (2009). Bridging research and theory in mathematics education with research and theory in creativity and giftedness. *Creativity in mathematics and the education of gifted students*, 383-409.

- Leikin, R. (2009). Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks. *Creativity in mathematics and the education of gifted students*, 129-145.
- Leikin, R. (2009). Multiple proof tasks: Teacher practice and teacher education. *ICME Study*, 19(2), 31-36.
- Leikin, R. (2013). Evaluating mathematical creativity: The interplay between multiplicity and insight. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 55(4), 385-400.
- Leikin, R., Berman, A., & Koichu, B. (2009). Creativity in mathematics and the education of gifted students. *AMC*, 10, 12.
- Leikin, R., & Lev, M. (2007). *Multiple solution tasks as a magnifying glass for observation of mathematical creativity*. Paper presented at the Proceedings of the 31st international conference for the psychology of mathematics education.
- Leikin, R., & Lev, M. (2013). Mathematical creativity in generally gifted and mathematically excelling adolescents: what makes the difference? *ZDM*, 45(2), 183-197. doi: 10.1007/s11858-012-0460-8
- Leikin, R., & Pitta-Pantazi, D. (2013). Creativity and mathematics education: the state of the art. *ZDM*, 45(2), 159-166. doi: 10.1007/s11858-012-0459-1
- Leikin, R., Subotnik, R., Pitta-Pantazi, D., Singer, F., & Pelczer, I. (2013). Teachers' views on creativity in mathematics education: an international survey. *ZDM*, 45(2), 309-324. doi: 10.1007/s11858-012-0472-4
- Lev-Zamir, H., & Leikin, R. (2011). Creative mathematics teaching in the eye of the beholder: focusing on teachers' conceptions. *Research in Mathematics Education*, 13(1), 17-32. doi: 10.1080/14794802.2011.550715
- Lev-Zamir, H., & Leikin, R. (2013). Saying versus doing: teachers' conceptions of creativity in elementary mathematics teaching. *ZDM*, 45(2), 295-308. doi: 10.1007/s11858-012-0464-4

- Levav-Waynberg, A., & Leikin, R. (2009). *Multiple solutions for a problem: A tool for evaluation of mathematical thinking in geometry*. Paper presented at the Proceedings of CERME.
- Levav-Waynberg, A., & Leikin, R. (2012). The role of multiple solution tasks in developing knowledge and creativity in geometry. *The Journal of Mathematical Behavior*, 31(1), 73-90.
- Liljedahl, P., & Allan, D. (2013). Mathematical discovery *Encyclopedia of Creativity, Invention, Innovation and Entrepreneurship* (pp. 1228-1233): Springer.
- Liljedahl, P., & Sriraman, B. (2006). Musings on mathematical creativity. *For the learning of mathematics*, 17-19.
- Lim, S., & Smith, J. (2008). The structural relationships of parenting style, creative personality, and loneliness. *Creativity Research Journal*, 20(4), 412-419.
- Lubart, T. (2001). Models of the creative process: Past, present and future. *Creativity Research Journal*, 13(3-4), 295-308.
- Lubart, T., Besançon, M., & Barbot, B. (2012). *Epoc Evaluation of Potential Creativity (English Version)* Paris: Hogrefe.
- Lubart, T., & Guignard, J.-H. (2004). The Generality-Specificity of Creativity: A Multivariate Approach. In R. J. Sternberg, E. L. Grigorenko & J. L. Singer (Eds.), *Creativity: From potential to realization* (pp. 43-56). Washington, DC, US: American Psychological Association.
- Lubart, T., Zenasni, F., & Barbot, B. (2013). Creative potential and its measurement. *Int. J. Talent Dev. Creat*, 1, 41-51.
- Lubart, T. I. (2001). Models of the Creative Process: Past, Present and Future. *Creativity Research Journal* 13(3), 295 — 308.
- Mann, E. L. (2005). Mathematical creativity and school mathematics: Indicators of mathematical creativity in middle school students. *University of Connecticut*.

- Mann, E. L. (2006). Creativity: The essence of mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, 30(2), 236-260.
- Mann, E. L. (2009). The Search for Mathematical Creativity: Identifying Creative Potential in Middle School Students. *Creativity Research Journal*, 21(4), 338-348. doi: 10.1080/10400410903297402
- Marriott, P. (2009). Students' evaluation of the use of online summative assessment on an undergraduate financial accounting module. *British Journal of Educational Technology*, 40(2), 237-254.
- Mason, J. (1991). Mathematical problem solving: Open, closed and exploratory in the UK. *International Reviews on Mathematical Education*, 23(1), 14-19.
- Mednick, S. A. (1968). The Remote Associates Test*. *The Journal of Creative Behavior*, 2(3), 213-214.
- Meijer, J., & Riemersma, F. (2002). Teaching and testing mathematical problem solving by offering optional assistance. *Instructional Science*, 30(3), 187-220.
- Nohda, N. (1995). Teaching and Evaluating Using "Open-Ended Problems" in Classroom. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik/International Reviews on Mathematical Education*, 27(2), 57-61.
- Nohda, N. (2000). Teaching by Open-Approach Method in Japanese Mathematics Classroom. *Proceeding of the 24th conference of the international Group for the Psychology of Mathematics Education*, 1-39-53, 23-27.
- Nusbaum, E. C., & Silvia, P. J. (2011). Are intelligence and creativity really so different?: Fluid intelligence, executive processes, and strategy use in divergent thinking. *Intelligence*, 39(1), 36-45.
- Pehkonen, E. (1995). Introduction: Use of open-ended problems. *ZDM*, 27(2), 55-57.
- Pehkonen, E. (1997a). Literature on open-ended problems. *DOCUMENT RESUME*, 2(2), 122.

- Pehkonen, E. (1997b). The state-of-art in mathematical creativity. *ZDM*, 29(3), 63-67.
doi: 10.1007/s11858-997-0001-z
- Pehkonen, E., Näveri, L., & Laine, A. (2013). On teaching problem solving in school mathematics. *CEPS Journal: Center for Educational Policy Studies Journal*, 3(4), 9.
- Pelczer, I., & Rodríguez, F. G. (2011). Creativity assessment in school settings through problem posing tasks. *The Mathematics Enthusiast*, 8(1), 383-398.
- Plucker, J. A., & Beghetto, R. A. (2004). Why Creativity Is Domain General, Why It Looks Domain Specific, and Why the Distinction Does Not Matter.
- Plucker, J. A., & Renzulli, J. S. (1999). Psychometric approaches to the study of human creativity. *Handbook of creativity*, 35-61.
- Plucker, J. A., & Zabelina, D. (2009). Creativity and interdisciplinarity: one creativity or many creativities? *ZDM*, 41(1-2), 5-11.
- Poehner, M. E. (2008). *Dynamic assessment: A Vygotskian approach to understanding and promoting L2 development* (Vol. 9): Springer Science & Business Media.
- Poehner, M. E., & Lantolf, J. P. (2005). Dynamic assessment in the language classroom. *Language Teaching Research*, 9(3), 233-265.
- Poincaré, H. (1952). *Science and Method*
- Poincaré, H. (2003). *Science and method*. New York Dover Publications
- Polya, G. (1954). *Mathematics and Plausible Reasoning: A Guide to the Art of Plausible Reasoning. Induction and Analogy in Mathematic*: Princeton University Press.
- Resing, W. (2013). Dynamic Testing and Individualized Instruction: Helpful in Cognitive Education? *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 12(1), 81-95.
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *Phi Delta Kappan*, 305-310.
- Runco, M. A. (1996). *Creativity from childhood through adulthood*: Jossey-Bass.

- Runco, M. A. (2003). Education for creative potential. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 47(3), 317-324.
- Runco, M. A. (2004). Creativity. *Annu. Rev. Psycho*, 55, 657-687.
- Runco, M. A. (2007). Creativity: Theories and Themes: Research. *Development and Practice*. Amsterdam: Elsevier.
- Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92-96.
- Sarrazy, B., & Novotná, J. (2013). Didactical contract and responsiveness to didactical contract: a theoretical framework for enquiry into students' creativity in mathematics. *ZDM*, 45(2), 281-293. doi: 10.1007/s11858-013-0496-4
- Sheffield, L. J. (2009). Developing mathematical creativity—Questions may be the answer. *Creativity in mathematics and the education of gifted students*, 87-100.
- Sheffield, L. J. (2013). Creativity and school mathematics: some modest observations. *ZDM*, 45(2), 325-332. doi: 10.1007/s11858-013-0484-8
- Shriki, A. (2010). Working like real mathematicians: developing prospective teachers' awareness of mathematical creativity through generating new concepts. *Educational Studies in Mathematics*, 73(2), 159-179. doi: 10.1007/s10649-009-9212-2
- Silver, E. A. (1995). The Nature and Use of Open Problems in Mathematics Education: Mathematical and Pedagogical Perspectives. *Zentralblatt fur Didaktik der Mathematik/International Reviews on Mathematical Education*, 27(2), 67-72.
- Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM*, 29(3), 75-80.
- Silver, E. A. (2013). Problem-posing research in mathematics education: Looking back, looking around, and looking ahead. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 157-162.

- Silvia, P. J., Kaufman, J. C., & Pretz, J. E. (2009). Is creativity domain-specific? Latent class models of creative accomplishments and creative self-descriptions. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 3(3), 139.
- Simonton, D. K. (2000). Creativity: Cognitive, personal, developmental, and social aspects. *American psychologist*, 55(1), 151.
- Singer, F. M., Pelczer, I., & Voica, C. (2011). *Problem posing and modification as a criterion of mathematical creativity*. Paper presented at the Proceedings of the 7th Conference of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 7) University of Rzeszów, Poland.
- Singh, K., Granville, M., & Dika, S. (2002). Mathematics and science achievement: Effects of motivation, interest, and academic engagement. *The Journal of Educational Research*, 95(6), 323-332.
- Smith, S. M., Ward, T. B., & Finke, R. A. (1995). *The Creative Cognition Approach*
- Spinath, B., Spinath, F. M., Harlaar, N., & Plomin, R. (2006). Predicting school achievement from general cognitive ability, self-perceived ability, and intrinsic value. *Intelligence*, 34(4), 363-374.
- Sriraman, B. (2004a). The characteristics of mathematical creativity. *The Mathematics Educator*, 14(1).
- Sriraman, B. (2004b). The influence of Platonism on mathematics research and theological beliefs. *Theology and Science*, 2(1), 131-147.
- Sriraman, B. (2008). *Creativity, giftedness, and talent development in mathematics* (Vol. 4): IAP.
- Sriraman, B. (2009a). The characteristics of mathematical creativity. *ZDM*, 41(1-2), 13-27. doi: 10.1007/s11858-008-0114-z
- Sriraman, B. (2009b). Mathematical paradoxes as pathways into beliefs and polymathy: An experimental inquiry. *ZDM*, 41(1-2), 29-38.

- Sriraman, B., Haavold, P., & Lee, K. (2013). Mathematical creativity and giftedness: a commentary on and review of theory, new operational views, and ways forward. *ZDM*, 45(2), 215-225. doi: 10.1007/s11858-013-0494-6
- Sriraman, B., Yaftian, N., & Lee, K. (2011). Mathematical Creativity and Mathematics Education. In B. Sriraman & K. Lee (Eds.), *The Elements of Creativity and Giftedness in Mathematics* (Vol. 1, pp. 119-130): SensePublishers.
- Sternberg, R. J. (2005). Creativity or creativities? *International Journal of Human-Computer Studies*, 63(4), 370-382.
- Sternberg, R. J. (2006). The Nature of Creativity. *Creativity Research Journal*, 18(1), 87-98. doi: 10.1207/s15326934crj1801_10
- Sternberg, R. J. (2012). The Assessment of Creativity: An Investment-Based Approach. *Creativity Research Journal*, 24(1), 3-12. doi: 10.1080/10400419.2012.652925
- Sternberg, R. J., & Grigorenko, E. L. (2002). *Dynamic testing: The nature and measurement of learning potential*: Cambridge university press.
- Sternberg, R. J., Kaufman, J. C., & Pretz, J. E. (2002). *The creativity conundrum: A propulsion model of kinds of creative contributions*: Psychology Press.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. *Handbook of creativity*, 1, 3-15.
- Stewart, I., Hersh, R., & Pekonen, O. (2007). Letters to a young mathematician. *The Mathematical Intelligencer*, 29(4), 86-87.
- Tabach, M., & Friedlander, A. (2013). School mathematics and creativity at the elementary and middle-grade levels: how are they related? *ZDM*, 45(2), 227-238. doi: 10.1007/s11858-012-0471-5
- Tennent, L., & Berthelsen, D. (1997). Creativity: What Does It Mean in the Family Context? *Journal of Australian Research in Early Childhood Education*, 1, 91-104.

- Torrance, E. (1968). A longitudinal examination of the fourth grade slump in creativity. *Gifted Child Quarterly*.
- Torrance, E. P. (1965). *Rewarding Creative Behavior; Experiments in Classroom Creativity*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. .
- Torrance, E. P. (1993). Understanding creativity: Where to start?
- Treffinger, D. J., Young, G. C., Selby, E. C., & Shepardson, C. (2002). Assessing Creativity: A Guide for Educators. *National Research Center on the Gifted and Talented*.
- Tzuriel, D. (2001). *Dynamic assessment of young children*. New York Springer Science+Business Media.
- Van Harpen, X. Y., & Sriraman, B. (2013). Creativity and mathematical problem posing: an analysis of high school students' mathematical problem posing in China and the USA. *Educational Studies in Mathematics*, 82(2), 201-221.
- Van Hiele, P. M. (1959). *The child's thought and geometry*. Brooklyn, NY: City University of New.
- Van Hiele, P. M. (1999). Developing geometric thinking through activities that begin with play. *Teaching children mathematics*, 5(6), 310.
- Vilkomir, T., & O'Donoghue, J. (2009). Using components of mathematical ability for initial development and identification of mathematically promising students. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(2), 183-199.
- Voica, C., & Singer, F. (2013). Problem modification as a tool for detecting cognitive flexibility in school children. *ZDM*, 45(2), 267-279. doi: 10.1007/s11858-013-0492-8
- Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. *Readings on the development of children*, 23(3), 34-41.
- Vygotsky, L., & Wollcock, J. (1997). *The Collected Works of LS Vygotsky: Problems of the theory and history of psychology* (Vol. 3): Springer Science & Business Media.

- Wang, T.-H. (2011a). Developing Web-based assessment strategies for facilitating junior high school students to perform self-regulated learning in an e-Learning environment. *Computers & Education*, 57(2), 1801-1812. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.01.003>
- Wang, T.-H. (2011b). Implementation of Web-based dynamic assessment in facilitating junior high school students to learn mathematics. *Computers & Education*, 56(4), 1062-1071.
- Wang, Y. (2008). *On cognitive foundations of creativity and the cognitive process of creation*. Paper presented at the Cognitive Informatics, 2008. ICCI 2008. 7th IEEE International Conference on.
- Ward, T. B. (2007). Creative cognition as a window on creativity. *Methods*, 42(1), 28-37.
- Ward, T. B., Smith, S., & Finke, R. (1999). Creative cognition. In. Sternberg, RJ (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 189–212): Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Weisberg, R. W. (2006). *Creativity: Understanding Innovation in Problem Solving. Science, Invention, and the Arts*.
- Williams, G., & Huang, H.-M. (2014). New research directions in learning and cognition. *ZDM*, 46(3), 335-347. doi: 10.1007/s11858-014-0602-2