



Σχολή Επιστήμης της Πληροφορίας & Πληροφορικής

Τμήμα Πληροφορικής

Διπλωματική Εργασία

«Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΝΕΥΡΟΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ»

ΧΡΗΣΤΟΣ ΠΟΡΤΟΚΑΛΑΣ (ΠΜ 201710)

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2019



Σχολή Επιστήμης της Πληροφορίας & Πληροφορικής

Τμήμα Πληροφορικής

Διπλωματική Εργασία

«Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΝΕΥΡΟΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ»

ΧΡΗΣΤΟΣ ΠΟΡΤΟΚΑΛΑΣ (ΠΜ 201710)

Τριμελής Επιτροπή

Παναγιώτης Βλάμος	Καθηγητής	(Επιβλέπων)
Κάτια Κερμανίδου	Επίκουρη Καθηγήτρια	(Μέλος Τριμελούς)
Θεόδωρος Ανδρόνικος	Αναπληρωτής Καθηγητής	(Μέλος Τριμελούς)

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2019

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να απευθύνω ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Παναγιώτη Βλάμο για τη βοήθεια και τις συντονιστικές οδηγίες που μου προσέφερε για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης την κα. Κερμανίδου και κ. Ανδρόνικο που με τίμησαν με τη συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον συνάδελφο κ. Παναγιώτη Μπούρα, τη Σίσσυ Τσαντηράκη αλλά και την οικογένειά μου για την πολύτιμη στήριξή τους και τη βοήθεια που μου παρείχαν σε όλη τη διάρκεια της συγγραφής της διπλωματικής εργασίας.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	6
Abstract	7
1. Εισαγωγικές Έννοιες	8
1.1. Θεωρίες μάθησης (εκπαίδευση)	9
1.2. Η διδακτική της Πληροφορικής	12
1.3. Εκπαιδευτική ψυχολογία.....	26
1.3.1. Συμπεριφορισμός	26
1.3.2. Γνωστικισμός.....	27
1.3.3. Οικοδομισμός	28
2. Εκπαιδευτική νευροεπιστήμη (Educational neuroscience)	
30	
2.1. Ορισμός και αντικείμενο της Εκπαιδευτικής	
Νευροεπιστήμης.....	30
2.2. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος και οι νευρώνες.....	36
2.3. Θεωρητική και φιλοσοφική προσέγγιση της	
Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης	39
3. Νευροεπιστήμη ως διδακτική προσέγγιση	41
3.1. Κίνητρα, στόχοι και προοπτικές της Εκπαιδευτικής	
Νευροεπιστήμης.....	41
3.2. Σύνδεση εκπαίδευσης και Γνωστικής	
Νευροεπιστήμης.....	45
3.3. Συνεργασία μεταξύ Νευροεπιστήμης και	
Εκπαίδευσης	48
3.4. Τι μπορεί να προσφέρει η Εκπαιδευτική	
Νευροεπιστήμη στην Εκπαίδευση	51
4. Νευροεπιστήμη και η διδασκαλία των Μαθηματικών..	57
4.1. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	57
4.2. Παιδαγωγικές επιπτώσεις	66

4.3. Συμπεράσματα και προκλήσεις	70
5. Συζήτηση - Συμπεράσματα.....	72
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	75

Περίληψη

Το πρότυπο της κατάρτισης έχει καταφέρει να μεταμορφώσει η νευροεκπαίδευση, με το να ενσωματώσει και να προωθήσει τη διεπιστημονική ενσωμάτωση των εκπαιδευτικών επιστημών με αυτές που μελετούν τη λειτουργία του εγκεφάλου. Γι' αυτό το λόγο έχει σημειωθεί πρωτοφανής πρόοδος στη μαθησιακή διαδικασία αφού συμβάλλουν για την ενίσχυση της νευρογνωστικής αλλά και της συναισθηματικής ικανότητας του ανθρώπου. Προς αυτή την κατεύθυνση, μια σημαντική κατηγορία μάθησης αποτελούν τα μαθηματικά. Στη παρούσα εργασία αναλύεται η εκπαιδευτικής νευροεπιστήμη και η σχέση της με τη διδακτική των μαθηματικών.

Λέξεις – Κλειδιά: Νευροεκπαίδευση, Εκπαιδευτική νευροεπιστήμη, Νευροεπιστήμες, Μαθηματικά, Διδακτική των μαθηματικών.

Abstract

The model of training has transformed neuro-education by integrating and promoting the interdisciplinary integration of educational sciences with those studying the functioning of the brain. For this reason, unprecedented progress has been made in the learning process since they contribute to strengthening human neuroscience as well as emotional capacity. To this end, an important class of learning is mathematics. In this work we analyze the educational neuroscience and its relation to the teaching of mathematics.

Key words: Neuroscience, Educational neuroscience, Neuroscience, Mathematics, Teaching of Mathematics.

1. Εισαγωγικές Έννοιες

Το πρότυπο της κατάρτισης έχει καταφέρει να μεταμορφώσει η νευροεκπαίδευση, με το να ενσωματώσει και να προωθήσει τη διεπιστημονική ενσωμάτωση των εκπαιδευτικών επιστημών με αυτές που μελετούν τη λειτουργία του εγκεφάλου. Γι' αυτό το λόγο έχει σημειωθεί πρωτοφανής πρόοδος στη μαθησιακή διαδικασία αφού συμβάλλουν για την ενίσχυση της νευρογνωστικής αλλά και της συναισθηματικής ικανότητας του ανθρώπου.

Τα τελευταία χρόνια με τη βοήθεια της εξέλιξης της τεχνολογίας που μας έχει δώσει την ικανότητα να μελετήσουμε εκτενέστερα και πιο διεξοδικά την εγκεφαλική λειτουργία, έχει δημιουργηθεί μια νέα επιστήμη, αυτή της Νευροεπιστήμης. Έναν τομέα που μελετά η Νευροεπιστήμη είναι αυτός της Νευροεκπαίδευσης και μέσω αυτής να αναλύσουμε τη λειτουργικότητα των ήδη υπάρχοντων τρόπων διδακτικής, ή την ανεύρεση νέων, βελτιωμένων και πιο αποτελεσματικών από τους σημερινούς.

Η παρουσία των γνωστικών ελλειμμάτων στις διαφορετικές νευρολογικές παθολογίες κατά την παιδική ηλικία όπως είναι οι τραυματισμοί στο κεφάλι, οι όγκοι κλπ., είναι υπεύθυνες για τους διαφορετικούς σχηματισμούς στο νευροψυχολογικό πεδίο που έχουν πολλαπλασιαστεί. Σκοπός είναι το να ανακουφίσει αυτές τις παθολογίες με την αποκατάσταση των λειτουργιών αλλά και την μεγάλη ποικιλομορφία των μαθησιακών δυσκολιών που συναντάμε στο σημερινό σχολείο (Battroetal., 2010).

1.1. Θεωρίες μάθησης (εκπαίδευση)

Από την αρχαιότητα υπάρχουν αναφορές πως ο άνθρωπος μαζί με την προσπάθειά του να μελετήσει και να καταλάβει τη λειτουργία του σώματός μας, προσπάθησε να μελετήσει και τον ανθρώπινο εγκέφαλο όμως λόγω της μικρής τεχνολογικής εξέλιξης αλλά και διότι δεν υπήρχε συλλογική και οργανωμένη προσπάθεια δεν υπήρχε τρόπος να πραγματοποιηθεί σε ικανοποιητικό επίπεδο και να μπορούν να εξαχθούν σημαντικά αποτελέσματα. Η έλλειψη οργάνωσης είχε οδηγήσει την ιατρική να την εξασκούν άτομα που βασίζονταν σε παραδόσεις, δεισιδαιμονίες αλλά μέχρι και κομπογιαννίτες. Αυτό κράτησε μέχρι τα μισά του 19ου αιώνα όπου τότε αποφασίστηκε η ιατρική να αντιμετωπιστεί σαν επιστήμη και έτσι ομάδες ανθρώπων ασχολήθηκαν και εξειδικεύθηκαν πάνω σε αυτόν τον τομέα με αυτό να οδηγεί στα αποτελέσματα που έχουμε σήμερα και στην τεράστια πρόοδο που έχει σημειωθεί μέσα σε 2 αιώνες. Από την λαϊκή παράδοση και τον κομπογιαννιτισμό έχουμε περάσει σε τεράστια ινστιτούτα μελέτης. Διακόσια χρόνια πριν θα μπορούσε κάποιος να πεθάνει από μια επιφανειακή πληγή λόγω μόλυνσης ενώ τώρα προσπαθούμε να θεραπεύσουμε ανίατες ασθένειες με αξιοσημείωτα στατιστικά αποτελέσματα επιτυχίας. Είκοσι χρόνια πριν οροθετικοί ασθενείς θεωρούνταν ως καταδικασμένοι ενώ τώρα πια μπορούν να ζουν μέσω φαρμακευτικών αγωγών ενώ πρόσφατα ανακοινώθηκαν και κλινικές δοκιμές φαρμάκων που θα εξαλείφουν τον ιό. Το ίδιο ισχύει και για τον καρκίνο που ανακοινώθηκε πως σύντομα θα υπάρχει αγωγή και για αυτή την αρχαία και ανίατη ασθένεια.

Για τον εγκέφαλο ισχύουν τα ίδια ιατρικά άλματα καθώς έχουμε καταφέρει να τον χαρτογραφήσουμε, να μελετάμε συνεχώς τον τρόπο

λειτουργίας του και να εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα από την εγκεφαλική δραστηριότητα, τα οποία όσο περνάνε τα χρόνια θα χρησιμοποιούνται αν όχι σε όλους τους τομείς και τις επιστήμες, τουλάχιστον στην συντριπτική τους πλειοψηφία. Πανεπιστήμια παγκοσμίου φήμης αυτή τη στιγμή έχουν αφιερώσει μεγάλο κομμάτι της έρευνάς τους για να μελετήσουν τις εγκεφαλικές δραστηριότητες που συμβαίνουν στον εγκέφαλο σε μικροσκοπικό επίπεδο. Από αυτή τη μελέτη ελπίζουν να μπορέσουν να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας της μνήμης και ίσως να έχουν πρόσβαση σε αυτή όπως και στον τρόπο σκέψης και έκφρασης συναισθημάτων του ανθρώπου. Ο τρόπος που το προσπαθούν πρόκειται να μελετηθεί σε επόμενα κεφάλαια.

Οι δυνατότητες που μπορούν να προκύψουν από αυτές τις μελέτες αγγίζουν τα όρια της επιστημονικής φαντασίας. Πρόσβαση στη μνήμη, σκέψη και συναισθήματα των ανθρώπων σημαίνει να κατανοείς απόλυτα κάποιον, ίσως και περισσότερο από όσο το πράττει και ο ίδιος για τον εαυτό του. Η κοινωνία θα μπορεί να αλλάξει τον τρόπο λειτουργίας και να αναπτύξει νέα δόγματα στην εκπαίδευση όπως και σε άλλους τομείς. Στη συνέχεια θα υπάρξει εκτενής αναφορά για τον τομέα της εκπαίδευσης αλλά ίσως και κάποιους κινδύνους που κρύβονται πίσω από αυτή την τεχνολογική ανάπτυξη.

Με τον όρο θεωρίες μάθησης ορίζουμε τα εννοιολογικά πλαίσια σύμφωνα με τα οποία περιγράφονται τα τρία βασικά στάδια(απορρόφηση, επεξεργασία και διατήρηση πληροφορίας) κατά τη διάρκεια της μάθησης. Επιρροές όπως είναι οι γνωστικές, περιβαλλοντικές, συναισθηματικές και η προηγούμενη εμπειρία, παίζουν βασικό ρόλο στον τρόπο κατανόησης,

στην αποδοχή ή και την αλλαγή μιας κοσμοθεωρίας, όπως επίσης και στη διατήρηση της γνώσης και των ικανοτήτων (Chaudhary, 2013).

Οι συμπεριφοριστές βλέπουν τη μάθηση σαν έναν τρόπο για διαμόρφωση. Ακόμα υποστηρίζουν ένα σύστημα αμοιβών και στόχων σχετικά με την εκπαίδευση. Οι δάσκαλοι που σχετικά τη γνωστική θεωρία, θεωρούν ότι ο ορισμός της μάθησης είναι υπερβολικά περιορισμένος σαν μια αλλαγή στην συμπεριφορά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να προτιμούν να μελετούν τον μαθητή, ειδικά τα σύνθετα στοιχεία του όπως είναι η μνήμη και όχι το περιβάλλον του.

Το πλήθος που υποστηρίζει τον οικοδομισμό έχει την πεποίθηση ότι η ικανότητα του μαθητή να μάθει εξαρτάτε σε μεγάλο βαθμό από το τι ήδη γνωρίζει και κατανοεί, καθώς επίσης και ότι η απόκτηση της γνώσης οφείλει να είναι μια προσαρμοσμένη ατομικά σε μία διαδικασία οικοδόμησης. Η θεωρία της μετασχηματιστικής μάθησης εστιάζει στην απαραίτητη αλλαγή η οποία απαιτείται σχετικά με τις προκαταλήψεις του μαθητή αλλά και της κοσμοθεωρίας του.

Οι τεχνικές άμεσης παρατήρησης της λειτουργίας του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας χρησιμοποιούνται στην εκπαιδευτική νευροεπιστήμη. Το 2012 περίπου ξεκινούν να μελετούν την θεωρία της πολλαπλής νοημοσύνης σύμφωνα με την οποία η μάθηση θεωρείται σαν μία αλληλεπίδραση μεταξύ αρκετών διαφορετικών λειτουργικών περιοχών στο μυαλό. Η καθεμιά από αυτές έχει τα δικά της ατομικά πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα σε οποιονδήποτε ανθρώπινο μαθητή.

1.2. Η διδακτική της Πληροφορικής

Πριν παρουσιαστεί ο ρόλος της Νευροεκπαίδευσης στη Διδακτική της Πληροφορικής κρίνεται σκόπιμο να αναλυθεί τι είναι ακριβώς η Διδακτική και ποιος ο τρόπος λειτουργίας της.

Διδακτική είναι ένας τομέας της Παιδαγωγικής που ασχολείται με τον τρόπο διδασκαλίας των μαθημάτων αλλά και τα προβλήματα που μπορεί να αντιμετωπίσει αυτός που τα διδάσκει.

Ο όρος της Διδακτικής χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Wolfgang Ratke και χωρίζεται σε δύο γενικές κατηγορίες: τη Γενική Διδακτική που αφορά τις δυσχέρειες που μπορεί να αντιμετωπίσουμε όταν διδάσκουμε γενικά και την Ειδική Διδακτική που αφορά δυσχέρειες που αντιμετωπίζουμε στα μαθήματα.

Ο σκοπός της είναι να βοηθήσει τον διδάσκοντα να συγκροτήσει και να αναπτύξει τις διαδικασίες μάθησης, τι σκοπεύει να κατορθώσει και τη μορφή και τον τρόπο που θα το επιδιώξει.

Με τον όρο Πληροφορική εννοούμε την τεχνολογική επιστήμη των διαφόρων ειδών λόγου με τον οποίο εκτελούμε ενέργειες που προκαλούν αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας υπολογιστικών συστημάτων και τεχνολογικών συσκευών με σκοπό την σχεδίαση, ανάπτυξη, υλοποίηση και επεξεργασία διαφόρων τεχνολογικών εφαρμογών. Η ευρέα διάδοση της ξεκίνησε κατά τη δεκαετία του 1970 και έπειτα έχει εισχωρήσει βαθιά μέσα στην καθημερινότητά μας και έχει φέρει τεράστιες αλλαγές στα οικονομικά, κοινωνικά και πολιτικά δρώμενα παγκοσμίως. Στη σημερινή εποχή με τη βοήθεια της έχουν μηδενιστεί οι αποστάσεις σε όλο τον κόσμο. Πριν από λίγα χρόνια για να επικοινωνήσουν δύο άνθρωποι σε δύο ηπείρους έπρεπε να το πραγματοποιήσουν μέσω αλληλογραφίας και

θα χρειάζονταν αρκετές μέρες, τώρα πια μέσω βίντεο κλήσης μπορεί να υλοποιηθεί επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο. Το ίδιο ισχύει και για τις μεταφορές καθώς μέσω των υπολογιστικών συστημάτων αεροπορικές εταιρείες έχουν συνδέσει όλο τον κόσμο και είναι θέμα ωρών η υπερατλαντικές αποστάσεις. Τεράστια άλματα έχουν γίνει και οικονομικά αφού μέσω των τραπεζικών συστημάτων έχει ιδρυθεί το παγκόσμιο εμπόριο, αλλά ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα καθώς και το μέλλον του ανθρώπινου γένους είναι η δυνατότητα που μας έδωσε η επιστήμη της Πληροφορικής να ταξιδέψουμε και να παρατηρήσουμε το διάστημα και τους πλανήτες που υπάρχουν γύρω μας. Σχεδόν οποιοδήποτε τεχνολογικό επίτευγμα που έχουμε κατορθώσει τα τελευταία χρόνια οφείλεται στην εξέλιξη της Πληροφορικής για αυτό το λόγο είναι και τόσο σημαντικό να είμαστε όλοι έστω και τυπικά γνώστες και να έχουμε τη δυνατότητα να χειριζόμαστε τις τεχνολογικές εφαρμογές. Αυτό σημαίνει όμως πως πρέπει να δοθεί και τεράστια σημασία στον τρόπο διδασκαλίας και μετάδοσης των γνώσεων από το διδάσκοντα στον μαθητή. Η πληροφορική έχει μια χαρακτηριστική ιδιαιτερότητα που δεν την έχουν οι υπόλοιπες επιστήμες, έχει διττό ρόλο. Είναι μια επιστήμη που καλείται να διδαχθεί όμως ταυτόχρονα είναι και μια επιστήμη η οποία χρησιμεύει και λειτουργεί ως βοήθημα στη διδασκαλία. Μια ακόμη αντικειμενική δυσκολία που αντιμετωπίζουμε στη διδασκαλία της είναι και η τεχνολογική πρόοδος που καθιστά παρωχημένη και εκτός καθημερινότητας αρκετά κομμάτια της τεχνολογίας που θα διδαχθεί ένας μαθητής σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Χαρακτηριστικά παράδειγμα είναι το ίντερνετ που μέσα σε λίγα χρόνια από την κυκλοφορία του έχει αλλάξει από ενσύρματη χρήση σε ασύρματο 4g. Για να γίνει αυτό υπήρχαν αρκετά ενδιάμεσα στάδια

όμως πραγματοποιήθηκε μέσα σε τόσο μικρό χρονικό διάστημα που η ακαδημαϊκή κοινότητα για να κατορθώσει να είναι επίκαιρη ως προς τα συγγράμματά της και τη διδασκαλία της στους μαθητευόμενους θα έπρεπε να υπεισέρχεται σε αλλαγές ως προς το διδαχθέν υλικό συνεχώς κάτι που χρειάζεται και μεγάλο όγκο οικονομικών πόρων αλλά και συνεχή εγρήγορση ώστε να εντοπίζονται οι αλλαγές και να γίνεται η επικαιροποίηση. Κάτι τέτοιο όπως είναι λογικό θεωρείται αδύνατο να συμβεί σε μια κοινωνία οπότε πρέπει να βρεθούν τρόποι που να κατηγοριοποιούνται αντικείμενα που θεωρούνται διαχρονικά και δεν χρειάζεται να υπόκεινται σε αλλαγές καθώς βοηθούν στην επιμόρφωση των μαθητών και αντικείμενα που λειτουργούν επικουρικά και βοηθούν στην κατανόηση της επιστήμης της Πληροφορικής.

Το παραπάνω ερώτημα θέτει και ο Huettner, καθώς κρίνει απαραίτητο εφόσον δεν υπάρχουν καθολικά κριτήρια, η διδασκαλία της Πληροφορικής να γίνεται με βάση δύο κριτήρια: Τι εφόδια όσον αφορά τις στάσεις και τις συμπεριφορές στην τεχνική εκπαίδευση πρέπει να αποκτήσουν οι μαθητές και τι πρέπει να απορρίψουν και δεύτερον με ποιον τρόπο θα μπορέσουμε να πετύχουμε την εξέλιξη του μορφωτικού περιεχομένου από τη γνώση της τεχνολογικής επιστήμης και της Πληροφορικής. Ο Huettner πιστεύει πως αν αυτά τα δυο κριτήρια είναι γνώμονας για τη διδασκαλία της Πληροφορικής τότε ο μαθητής θα έχει ως αποτέλεσμα να γνωρίζει, να κατανοεί, να αξιολογεί και θα είναι προετοιμασμένος να χρησιμοποιεί την τεχνολογία σε όλους τους τομείς, θα έχει τεχνικό τρόπο σκέψης και δεξιότητες και θα μπορεί να γνωρίζει την αρχή της αιτιότητας. Για να μπορέσουν να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι θα πρέπει να ανατρέξουμε στις θεωρίες της Διδακτικής και συγκεκριμένα στο συνδυασμό του Διδαχτικού Σχεδιασμού και του Εποικοδομισμού όπου ο διδάσκοντας καλείται να παίζει δευτερεύοντα

ρόλο ορίζοντας ένα τεχνικό ζήτημα ή ένα πρόβλημα και να δίνει κατευθυντήριες οδηγίες στους μαθητές του έχοντας σαν γνώμονα το τεχνολογικό και μαθησιακό τους υπόβαθρο. Οι μαθητές με τη σειρά τους καλούνται να χρησιμοποιήσουν τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις τους από το κοινωνικό, οικογενειακό ή και εργασιακό τους περιβάλλον, να αναγνωρίσουν την αιτία του προβλήματος και έπειτα είτε ομαδικά είτε ατομικά, εξαρτάται τους στόχους και τις ικανότητες που αποσκοπεί ο διδάσκων να αποκομίσουν οι μαθητές του από αυτή την εμπειρία, να αναζητήσουν τη λύση και να δώσουν απάντηση στο πρόβλημα.

Με δύο διαφορετικούς τρόπους μπορεί να ερμηνευτεί η διδακτική των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ): (Μακράκης, 2004)

1. Ως μία ανάγκη για ουδέτερη επιλογή του μεγάλου εύρους και των μεθόδων και διαδικασιών οι οποίες χρησιμοποιούνται από τα μέλη της εκπαιδευτικής κοινότητας χωρίς τη φιλοσοφική και μεθοδολογική διάκριση.
2. Ως μία ανάγκη για συνειδητή επιλογή διδακτικών στρατηγικών που μπορούν να επιλέγονται βάση μιας λεπτομερούς ανάλυσης των παιδαγωγικών αλλά και των κοινωνικών τους χαρακτηριστικών και κριτηρίων.

Ο δεύτερος τρόπος συνιστά μια πολιτική διάσταση της εκπαιδευτικής διαδικασίας όπου είναι απαραίτητη η γνώση αλλά και η άποψη σε θέματα όπως είναι οι κοινωνικές ανισότητες, τα προβλήματα και οι τρόποι επίλυσής αυτών, η ενεργοποίηση των ατόμων σχετικά με τα κοινωνικά και εκπαιδευτικά δρώμενα. Άρα η διδακτική της Πληροφορικής δεν σχετίζεται μόνο το "πώς" αλλά και με το "γιατί".

Οι τύποι διδακτικής προσέγγισης της Πληροφορικής είναι διαφορετικοί και εξαρτώνται από τους εκπαιδευτικούς σκοπούς καθώς επίσης και από τους επιθυμητούς τρόπους που αλλάζουν τα άτομα μετά από την εκπαιδευτική παρέμβαση. Ακόμα δεν αφορούν την απλή μετάδοση γνώσεων.

Ζητούμενο είναι να προσδιοριστεί μια εκπαίδευση η οποία να οδηγεί στη συμμόρφωση ή στην χειραφέτηση. Η εκπαίδευση της συμμόρφωσης είναι βασισμένη σε στρατηγικές διδασκαλίας πάνω στις οποίες οι εκπαιδευτικοί υιοθετούν διαδικασίες απλής μετάδοσης ή και παροχής έτοιμης γνώσης ή διαμορφωμένων καταστάσεων και αντιλήψεων χωρίς κριτική και αξιολόγηση. Αντίθετα η εκπαίδευση της χειραφέτησης είναι βασισμένη σε στρατηγικές διδασκαλίας πάνω στις οποίες οι εκπαιδευτικοί τις υιοθετούν και ασκούν κριτική στη γνώση την οποία καλούνται να τη διδάξουν, αλλά και στον τρόπο που παρέχεται ή κατακτάται. Ακόμα ενθαρρύνουν τους μαθητές να σκέφτονται αυτοβούλως και με αυτοδυναμία αλλά και να έχουν οι μαθητές μία ενεργό συμμετοχή των μαθητών στα εκπαιδευτικά δρώμενα (Hromkonič, 2011). Σχετικά με το ερευνητικό πλαίσιο της διδακτικής της Πληροφορικής, διαμορφώνεται από τις απαντήσεις οι οποίες δίνονται στα βασικά ερωτήματα όπως είναι το τι διδάσκεται, το πώς θα διδαχθεί και ποιος διδάσκεται και γιατί διδάσκουμε την Πληροφορική.

Μια σύντομη αναφορά στο πλαίσιο απαντήσεων σε αυτά τα ερωτήματα δίνεται παρακάτω:

- Πρέπει να καταλήξουν στο τι πρέπει να διδαχθεί όσον αφορά την επιστημολογική θεώρηση, τα αναλυτικά προγράμματα. Ακόμα πρέπει

να αποφασιστεί ποια θα είναι τα διδακτικά υλικά και ποια τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν.

- Το να επιλεχθεί λοιπόν μία επιστημολογική προσέγγιση είναι πολύ βασικό διότι από αυτήν θα εξαχθούν στο πλαίσιο αναλυτικού προγράμματος οι παρακάτω αποφάσεις-επιλογές.

- των συμβατικών διδακτικών υλικών
- του εκπαιδευτικού λογισμικού
- των εργαλείων μάθησης
- και των περιβαλλόντων εκμάθησης του αντικειμένου.

Η εξής επιστημολογική προσέγγιση θεωρείται ότι έχει περισσότερη ευκρίνεια, και θεωρεί την Πληροφορική σαν μια πολυδιάστατη επιστήμη η οποία χρησιμοποιείται ώστε να επιλυθούν πραγματικά προβλήματα. Ακόμα στηρίζεται σε ένα πυρήνα με ουσιώδη και διαχρονικά στοιχεία που είναι κατάλληλα να διδαχθούν ανεξάρτητα της εκπαιδευτικής βαθμίδας.

Αρκετές όμως είναι οι φορές που το φαινόμενο αυτό παραβλέπεται και η κοινωνική αλλά και η πειραματική διάσταση της Πληροφορικής που προκύπτει μέσα από την επίλυση των πραγματικών προβλημάτων, τη διερεύνηση για την καλύτερη πιθανή λύση συνδυασμένη με τον καλύτερο δυνατό χρόνο και κόστος, καθώς και την αποδοτικότητα.

Λαμβάνοντας σαν δεδομένο αρκετοί ερευνητές υιοθετούν τις αρχές του εποικοδομισμού οι διδακτικές προσεγγίσεις οι οποίες προτείνονται για να πραγματοποιηθεί η διδασκαλία της Πληροφορικής βασίζονται πάνω σε αυτές τις θεωρήσεις. Ακόμα σειρά υπολογιστικών εργαλείων, εκπαιδευτικό λογισμικό, εικονικά καθώς και δικτυακά περιβάλλοντα, σχεδιάζονται για την επίλυση των προβλημάτων και χρησιμοποιούνται

από τους ερευνητές με σκοπό τη διδασκαλία του αντικειμένου της Πληροφορικής. Μεγάλη είναι η προσπάθεια που καταβάλλεται ώστε να αξιοποιηθούν οι δυνατότητες σχεδιασμού και υλοποίησης των πολλαπλών και των διασυνδεδεμένων συστημάτων αναπαράστασης σε υπολογιστή ώστε να δημιουργηθεί το περιβάλλον μάθησης.

Αναφορικά με τους μαθητές οι οποίοι θα διδαχθούν, ελέγχονται οι αντιλήψεις τους, οι πρακτικές τους για τα επί μέρους εννοιολογικά ζητήματα και φυσικά οι δεξιότητες τους στην Πληροφορική. Με βάση τη μαθητοκεντρική διδασκαλία, μεγάλος αριθμός ερευνών θέτει ως κεντρικό ρόλο τις ανάγκες, τις ιδιαιτερότητες που σχετίζονται με την εκμάθηση της Πληροφορικής, τις αντιλήψεις αλλά και τις πρακτικές των μαθητών, την σχεδίαση των υπολογιστικών περιβαλλόντων μάθησης και του εκπαιδευτικού λογισμικού.

Οι ερευνητικές μελέτες δίνουν βάση στη διερεύνηση των ιδιαιτεροτήτων του φύλου, της εθνικότητας, του πολιτισμού αλλά και κοινωνικής τάξης ώστε να σχεδιαστούν οι κατάλληλες διδακτικές προσεγγίσεις για το αντικείμενο της Πληροφορικής. Οι βασικές έννοιες της διδακτικής της Πληροφορικής όπως αυτές θεμελιώθηκαν από την ελληνική αλλά και την ξένη βιβλιογραφία και την έρευνα είναι οι παρακάτω:

- Διδακτικός μετασχηματισμός των εννοιών:

Η έννοια του διδακτικού μετασχηματισμού έχει σαν στόχο την οριοθέτηση των γενικών μηχανισμών οι οποίοι κάνουν εφικτό το πέρασμα από ένα αντικείμενο επιστημονικής γνώσης σε ένα αντικείμενο διδασκαλίας. Το πώς γίνεται ο μετασχηματισμός των εννοιών μελετά η Διδακτική.

Ο ρόλος του διδακτικού μετασχηματισμού δεν είναι μόνο να περιγράφει τη μετατροπή μιας γνώσης επιστημονικής σε διδακτική αλλά διαπνέει εξολοκλήρου όλο το φάσμα της διδασκαλίας ενώ ταυτόχρονα βρίσκεται σε στενή σχέση με τον τόπο, το κοινό αλλά και τους διδακτικούς στόχους οι οποίοι τίθενται.

Σχετικά με το αντικείμενο γνώσης, αυτό προσδιορίζεται από το χώρο της επιστημονικής γνώσης. Με την έννοια του διδακτικού μετασχηματισμού εννοείται ότι η αλλαγή από την επιστημονική γνώση στη διδαχθείσα δεν είναι άμεση.

Ο διδακτικός μετασχηματισμός υπάρχει πιθανότητα να θεωρηθεί σαν μια διαδικασία που αποτελείται από δύο βασικά στάδια και οι μετασχηματισμοί οι οποίοι πραγματοποιούνται μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες:

- εξωτερικό μετασχηματισμό
- εσωτερικό μετασχηματισμό

Κατά το δεύτερο στάδιο του διδακτικού μετασχηματισμού πραγματοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς οι ιδιαίτερες προσαρμογές . Συμπερασματικά λοιπόν ο εκπαιδευτικός δεν παίζει ρόλο, παρά στο δεύτερο στάδιο όπου οι αρμοδιότητές του κατά την διάρκεια του μετασχηματισμού είναι αρκετά περιορισμένες.

Από όλα τα παραπάνω κατανοούμε ότι συνίσταται για τον εκπαιδευτικό ο διδακτικός μετασχηματισμός, ώστε να καταφέρει να οικοδομήσει τα μαθήματα του αντλώντας από τις επιστημονικές γνώσεις λαμβάνοντας υπόψη του τους προσανατολισμούς καθώς και τις οδηγίες των αναλυτικών προγραμμάτων ώστε να τις αποδώσει στην τάξη.

- Κοινωνικές πρακτικές αναφοράς:

Στην Πληροφορική δεν είναι επαρκές το θεωρητικό πλαίσιο του διδακτικού μετασχηματισμού για να απαντηθεί με επάρκεια το ερώτημα στο να περάσει από την επιστημονική γνώση στη διδαχθείσα αλλά ούτε και στη γνώση η οποία έχει οικοδομηθεί από τους μαθητές. Οι έννοιες που σχετίζονται με την Πληροφορική δεν ακολουθούν μια διαδικασία απλού διδακτικού μετασχηματισμού. Η σχολική γνώση επηρεάζεται και από πολλούς παράγοντες και δεν προέρχεται μόνο από την επιστημονική γνώση η οποία παράγεται από το Πανεπιστήμιο.

Οι παράγοντες οι οποίοι έχουν κοινωνική προέλευση μελετώνται από τους ερευνητές με τον όρο κοινωνικές πρακτικές αναφοράς. Οι κοινωνικές πρακτικές αναφοράς προτάθηκαν συμπληρωματικά με το διδακτικό μετασχηματισμό με σκοπό να καταφέρουν να αναδείξουν την πολλαπλότητα των δυνατών πηγών οι οποίες ενέπνευσαν και θεμελίωσαν την εγκυρότητα της σχολικής γνώσης.

Ιδιαίτερη εφαρμογή στην Πληροφορική βρίσκουν οι κοινωνικές πρακτικές αναφοράς. Η Διδακτική των Επιστημών καθώς και της Πληροφορικής προτείνει σαν ιδέα αυτή των κοινωνικών πρακτικών αναφοράς οι οποίοι συνίσταται στην εξέταση του τρόπου που οι δραστηριότητες παραγωγής, οι τεχνικές αλλά οι σπιτικές δραστηριότητες παίζουν έναν ρόλο αναφοράς σχετικά με τις επιστημονικές σχολικές δραστηριότητες. Η έννοια των κοινωνικών πρακτικών αναφοράς για την περίπτωση της Πληροφορικής καταργεί το διαχωρισμό ανάμεσα στην Πληροφορική ως γνωστικό

αντικείμενο και στην Πληροφορική ως μέσο γιατί εστιάζει το ενδιαφέρον στην επίλυση των προβλημάτων.

Στον χώρο της Πληροφορικής φέρουν βασικό ρόλο οι κοινωνικές πρακτικές. Πλέον οι μαθητές κατέχουν αρκετές γνώσεις Πληροφορικής τις οποίες έχουν αποκτήσει εκτός του σχολικού περιβάλλοντος. Πολλές είναι οι σχολικές πρακτικές οι οποίες προκύπτουν από τις κοινωνικές πρακτικές που επιβάλλονται, έτσι γίνεται μία αναζήτηση για αυτές σχετικά με ένα θεσμικό εκπαιδευτικό πλαίσιο ώστε να καταφέρουν να ενταχθούν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η Πληροφορική και το πώς αυτή εντάχθηκε στον τομέα της εκπαίδευσης.

Αρκετοί είναι οι μαθητές οι οποίοι αποκτούν γνώσεις στην Πληροφορική εκτός του σχολείου αν και κατά έναν μεγάλο βαθμό η ένταξη της Πληροφορικής στο σχολείο, υιοθετείται από κοινωνικές πιέσεις καθώς και την αυξημένη πληροφοριοποίηση της κοινωνίας. Έτσι Ο διδακτικός μετασχηματισμός σχετίζεται άμεσα με τις κοινωνικές πρακτικές αναφοράς. Πληροφορική και υπολογιστές αποτελούν εργαλείο δουλειάς αρκετών πλέον επαγγελματιών που όλο αυξάνεται ο αριθμός αυτών και έτσι είναι απαραίτητο να γίνουν μελέτες για το πώς οι παραπάνω πρακτικές μπορούν να αποτελέσουν αναφορές στην ανάπτυξη των διδακτικών καταστάσεων, αλλά και ποιες θα είναι οι μορφές που θα μπορούν να μετασχηματιστούν.

Καθοριστικό ρόλο σε αυτό το πλαίσιο παίζει η προσπάθεια για αποφυγή της απλής τεχνικής εκμάθησης των υπολογιστικών εργαλείων καθώς και η εστίαση στις διαχρονικές έννοιες οι οποίες χαρακτηρίζουν τη λειτουργία αλλά και τη χρήση τους.

- Το διδακτικό συμβόλαιο στην τάξη της Πληροφορικής:

Είναι αυτό το οποίο συνιστά έναν από τους τρόπους μοντελοποίησης της οικοδομηστικής αντίληψης στην μάθηση. Λειτουργεί κατά βάση με υπονοούμενους και όχι σαφείς και καθορισμένους κανόνες οι οποίοι προσδιορίζουν τις σχέσεις ανάμεσα στους εκπαιδευτικούς, τους μαθητές αυτών και την γνώση. Αυτό το συμβόλαιο είναι που καθορίζει τους ρόλους, τις λειτουργίες και τη θέση και του κάθε μέρους. Ακόμα καθορίζει τις δραστηριότητες που προσδοκούνται από τους εκπαιδευτικούς καθώς επίσης και από τους μαθητές, τις αντίστοιχες θέσεις του καθένα από αυτούς απέναντι στην γνώση προς επεξεργασία αλλά και τις γενικές συνθήκες που οι σχέσεις με τη γνώση εξελίσσονται κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Σχετικά με τα μαθήματα της Πληροφορικής το διδακτικό συμβόλαιο οφείλει να λαμβάνει υπόψη του τον υπολογιστή αλλά και το λογισμικό το οποίο τον συνοδεύει.

- Οι αναπαραστάσεις στη διδακτική της Πληροφορικής:

Ένας σημαντικός τομέας της Διδακτικής ο οποίος συμβάλει καταλυτικά στη μετάδοση της γνώσης είναι τα νοητικά μοντέλα και οι αναπαραστάσεις. Τα νοητικά μοντέλα σαν έννοια ορίστηκαν το 1943 από τον Kenneth Craik ο οποίος ανέφερε πως ο ανθρώπινος εγκέφαλος για να μπορέσει να αντιληφθεί εγκαίρως και να έχει μια ταχεία αντίδραση σε δεδομένα από το περιβάλλον δημιουργεί κάποιες νοητές εικόνες, ή αλλιώς, νοητικά μοντέλα μέσα στο μυαλό του που αντικατοπτρίζουν την πραγματικότητα με τον τρόπο που ο ίδιος την αντιλαμβάνεται οδηγώντας έτσι πολλές φορές στην κατάληξη το νοητικό μοντέλο να είναι λάθος δομημένο διότι έχει διαφορετική αντίληψη από αυτό που όντως ισχύει. Τα

νοητικά μοντέλα λειτουργούν με σκοπό να περιγράψουν ένα γεγονός το οποίο αντιλαμβάνονται στο περιβάλλον τους δίνοντάς του μια νοητή μορφή και να το εξηγήσουν έτσι ώστε να φτάσουν στο αποτέλεσμα να μπορούν να το προβλέψουν στο μέλλον και να αντιδράσουν έγκαιρα. Πολλές φορές λόγω της λάθος εκτίμησης που είχαν στην πραγματικότητα το μοντέλο αυτό έρχεται σε σύγκρουση με αυτό που ισχύει και λόγω αυτού τα μοντέλα έχουν την ικανότητα να επεξεργάζονται και να τροποποιούνται μέσα στη συνείδησή μας έτσι ώστε να ικανοποιούν τις νέες παραμέτρους. Έπειτα από αυτά τα συμπεράσματα, προς τα τέλη του 20ου αιώνα η επιστήμη της Ψυχολογίας επεξεργάστηκε αυτή την ιδέα και τη χρησιμοποίησε για να μπορέσει να εξηγήσει την ανθρώπινη συμπεριφορά ώστε να μπορεί να κατανοήσει καλύτερα τον τρόπο δράσης ενός ανθρώπου σε ένα γεγονός και την αιτία που βρίσκεται πίσω από αυτό.

Αντίστοιχο του νοητικού μοντέλου είναι η αναπαράσταση που όμως δεν περιορίζεται στο εικονικό κατασκεύασμα όπως το νοητικό μοντέλο αλλά συναντώνται και όταν εκτελούμε κάποια δράση ή στη γλώσσα που μιλάμε όπου για να αντικαταστήσουμε μια λέξη ή μια σειρά λέξεων δημιουργούμε ένα σύμβολο στη θέση τους.

Σήμερα τα νοητικά μοντέλα και οι αναπαραστάσεις θεωρούνται απαραίτητα στην Διδακτική και έχουν ευρεία χρήση αλλά και μεγάλη αποτελεσματικότητα στον τομέα της Πληροφορικής για το λόγο ότι μέσω αυτών μπορούμε να αντιληφθούμε τον τρόπο σκέψης είτε του μαθητή είτε του χρήστη και να προσαρμόσουμε πάνω τους τον τρόπο διδασκαλίας μας ή την κατασκευή του λογισμικού και να μεταδώσουμε την πληροφορία που θέλουμε με

μεγαλύτερη ευκολία. Είναι επίσης πολύ σημαντικά γιατί μέσω αυτών μπορούμε να αντιληφθούμε αν ο μαθητής έχει κατανοήσει ορθά την πληροφορία που του μεταδώσαμε και αν όχι να μπορέσουμε έγκαιρα να επέμβουμε έτσι ώστε να τη διορθώσουμε. Βέβαια αν δεν καταφέρουμε να αντιληφθούμε τη λάθος αναπαράσταση που έχει δημιουργήσει κάποιος μαθητής τότε υπάρχει κίνδυνος να μας δυσχεράνει την διαδικασία μετάδοσης γνώσης λόγω των παρανοήσεων που θα έχει δημιουργήσει ο μαθητής στο μυαλό του.

- Κοινωνιογνωστική σύγκρουση:

Είναι αυτή που αντιλαμβάνεται τη μάθηση σαν μία διαδικασία προσωπικής οικοδόμησης η οποία αποκτάται μέσω γνωστικών συγκρούσεων που έχουν κοινωνική προέλευση. Ως εκ τούτου συνδέεται με έννοια της γνωστικής σύγκρουσης που αναπτύσσεται όταν εμφανίζεται αντίφαση ανάμεσα σε αναπαραστάσεις και σε πράξεις στην σκέψη ενός ατόμου. Αρχικά μπορεί να είναι ασυνείδητη έπειτα όμως μπορεί να αποτελέσει κινητήρια δύναμη για την ανάπτυξη νέων γνωστικών δομών. Κατά την ανάπτυξη της έννοιας της κοινωνιογνωστικής σύγκρουσης, η μάθηση έχει κοινωνική φύση. L. Vygotsky (Vygotsky,2002)

Από μια σύγκρουση της κοινωνικής επικοινωνίας προέρχεται η δυναμική της γνωστικής ανάπτυξης. Η κοινωνιογνωστική σύγκρουση στο επίπεδο της διδακτικής της Πληροφορικής σαν μία ασυμφωνία μεταξύ των υποκειμενικών νοητικών δυνατοτήτων σύμφωνα με τη λύση ενός προβλήματος, συνιστά ένα μηχανισμό όποιου με βάση αυτόν η σκέψη οδηγείται σε ανώτερου επιπέδου εξισορρόπηση.

Το υποκείμενο είναι σε θέση να συνειδητοποιήσει ότι πέρα από τη προσωπική του άποψη υπάρχουν και άλλες, ενώ παράλληλα η κοινωνιογνωστική σύγκρουση, παρέχει σε αυτό και νέες πληροφορίες οι οποίες το κάνουν ικανό για διαφορετικές απαντήσεις. Η δραστηριοποίηση των κοινωνιογνωστικών συγκρούσεων σε πλαίσιο διδακτικών καταστάσεων συνιστά μια μέθοδο που θα είναι αποτελεσματική για την εξέλιξη του συστήματος των αναπαραστάσεων του μαθητή αλλά και το ξεπέρασμα των αναπαραστάσεων οι οποίες χαρακτηρίζονται σαν λανθασμένες από την επιστημονική άποψη.

Ο τρόπος που λειτουργούν τα μαθημάτα Πληροφορικής δηλαδή η εργαστηριακή δομή, η εργασία σε ομάδες, η διαρκής αλληλεπίδραση ανάμεσα σε μαθητές, εκπαιδευτικούς και μέσα, καθώς και η χρήση υπολογιστών στα διάφορα γνωστικά αντικείμενα ευνοεί τη δημιουργία των καταστάσεων κοινωνιογνωστικής σύγκρουσης διότι η συνεργατική δραστηριότητα αποτελεί την κυρίαρχη πρακτική.

- Εννοιολογική αλλαγή:

Οι έρευνες που σχετίζονται με τις αναπαραστάσεις των μαθητών οδηγούν στο να αντιληφθεί η μάθηση με όρους εννοιολογικής αλλαγής. Οι εννοιολογικές δομές τοις οποίες σχηματίζουν όσοι μαθαίνουν, δεν είναι στατικές αντίθετα αλλάζουν διαρκώς κατά την απόκτηση των νέων γνώσεων. Γι' αυτόν τον λόγο κρίνεται απαραίτητη η κατανόηση τόσο του τρόπου με τον οποίο οργανώνεται και αναπαρίσταται η γνώση όσο και του τρόπου σύμφωνα με τον οποίο οι υπάρχουσες γνωστικές δομές μεταβάλλονται στην διαδικασία πρόσκτησης νέων γνώσεων. Οι μαθητές οι οποίοι ξεκινούν ένα γνωστικό αντικείμενο είναι σε θέση που διαθέτουν πρότερες γνώσεις και αντιλήψεις. Επίσης οι αντιλήψεις αυτές διαφέρουν

από τα συνηθισμένα μοντέλα και τις έννοιες οι οποίες οικοδομούνται από τους επιστήμονες αντίστοιχου χώρου. Η διάσταση η οποία υπάρχει μεταξύ των αναπαραστάσεων των μαθητών και των αντίστοιχων επιστημονικών εννοιών του χώρου της Πληροφορικής. Σκόπιμο καθίσταται από τη διδακτική πλευρά να θεωρηθεί η αλλαγή στη σκέψη των μαθητών με όρους ασυνεχούς εξέλιξης. Όλη η διδακτική παρέμβαση πρέπει να έχει σαν στόχο την κινητοποίηση του μαθητή με όλα τα γνωστικά βοηθήματα που θα τον βοηθήσουν ώστε να οικοδομήσει νέες γνώσεις αλλά και να προκαλέσει τις απαραίτητες ρήξεις οι οποίες θα καταφέρουν να αναπτύξει νέους τρόπους σκέψης.

1.3. Εκπαιδευτική ψυχολογία

1.3.1. Συμπεριφορισμός

Δημιουργός και κύριος εκπρόσωπός της είναι ο John Watson, ο οποίος πίστευε πως στη διδασκαλία πρέπει να βασιζόμαστε σε μετρήσιμες πληροφορίες και δεν πρέπει να υπολογίζονται οι παράγοντες που μπορεί να υπάρχουν όταν δεχόμαστε μια πληροφορία από το περιβάλλον μέχρι να εκδηλώσουμε μια αντίδραση. Δηλαδή εφόσον δε μπορούμε να μετρήσουμε τις ψυχικές και νοητικές καταστάσεις ενός ανθρώπου τότε η μάθηση πηγάζει μόνο από την ενίσχυση της επιθυμητής συμπεριφοράς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι αυτό του Ivan Pavlov που για να ενισχύσει την επιθυμητή συμπεριφορά και να δημιουργήσει μια εξαρτημένη μάθηση πειραματίζεται σε ένα σκύλο όπου χρησιμοποιεί τροφή και ένα καμπανάκι. Όποτε χτυπούσε το καμπανάκι έδινε τροφή στο σκύλο, οπότε ο σκύλος συνέδεσε τον ήχο με την τροφή και έπειτα ο σκύλος όποτε άκουγε το καμπανάκι είχε εκκρίσεις σάλιου διότι περίμενε

αμέσως μετά την τροφή. Τέλος ο skinner έρχεται να προσθέσει στη θεωρία αυτή τρεις καταστάσεις όπου χωρίζονται σε θετική ενίσχυση, δηλαδή μια κατάσταση που ενισχύει την επιθυμητή συμπεριφορά, την αρνητική ενίσχυση, δηλαδή την απώλεια μιας κατάστασης ώστε να ενισχυθεί η επιθυμητή συμπεριφορά και την τιμωρία, όπου συνδέοντας μια κατάσταση με αρνητικές επιπτώσεις οδηγεί στην αποφυγή της με σκοπό την ενίσχυση της επιθυμητής συμπεριφοράς. Σύμφωνα με τον συμπεριφορισμό, η απόκτηση μιας νέας συμπεριφοράς μέσα από την εξάρτηση καλείται μάθηση. (Sylva, 1994).

1.3.2. Γνωστικισμός

Ο ιδρυτής αυτής της θεωρίας R. Gagne πιστεύει στην ήδη υπάρχουσα γνώση και ότι ο διδασκόμενος πρέπει να προσθέσει πάνω σε αυτή και να την αναπτύξει με τη βοήθεια ταυτόχρονα και των εμπειριών. Κατασκεύασε ένα πρότυπο θα βοηθήσει το διδάσκοντα να σχεδιάσει τον τρόπο διδασκαλίας του με βάση τα εξής πλαίσια: Αρχικά αξιολόγηση των αναγκών του μαθητή και τι γνώσεις πρέπει να αποκτήσει, έπειτα επιλογή της διδακτικής μεθόδου και τον βοηθημάτων που θα χρησιμοποιήσει και τέλος αξιολόγηση της αποκτηθείσας γνώσης μέσω κάποιων τεστ.

Οι γνωστικιστικές θεωρίες, είναι θεωρίες οι οποίες προέρχονται από τη μορφολογική ψυχολογία, αναπτύχθηκαν στη Γερμανία στην αρχή του 1900 ενώ μεταφέρθηκαν στην Αμερική τη δεκαετία του 1920. Η μορφολογία τονίζει την ολότητα της ανθρώπινης εμπειρίας. Με το πέρασμα των χρόνων οι μορφολογικοί ψυχολόγοι περιέγραψαν αρχές οι οποίες εξηγούν τον τρόπο που οργανώνονται οι αισθήσεις μας ώστε να γίνονται αντιλήψεις (Myersetal., 2008).

1.3.3. Οικοδομισμός

Αναπτύχθηκε από τους Jerom Bruner και Jean Piaget και υποστηρίζει ότι ο μαθητής πρέπει να ανακαλύψει μόνος του τη γνώση μέσω της αναζήτησης και επίλυσης προβλημάτων ενώ ο διδάσκοντας πρέπει να καθορίσει το επίπεδο του μαθητή στην ήδη υπάρχουσα γνώση και να λειτουργήσει ως αρωγός με κατευθυντήριες οδηγίες μόνο.

Ο οικοδομισμός τονίζει το πόσο σημαντικό είναι ο μαθητής να έχει ενεργή συμμετοχή στην οικοδόμηση γνώσης αλλά και στην οικοδόμηση νέων ιδεών και εννοιών οι οποίες βασίζονται στην τρέχουσα γνώση και την εμπειρία του παρελθόντος. Ασχολείται με το γιατί οι σπουδαστές δεν μαθαίνουν εις βάθος ακούγοντας τον δάσκαλο ή διαβάζοντας.

Για να δημιουργηθούν περιβάλλοντα διδασκαλίας τα οποία θα φέρουν αποτελέσματα σχετικά με την μάθηση χρειάζεται κάποιος να καταφέρει να κατανοήσει το επίπεδο της γνώσης των παιδιών όταν εισέρχονται στην τάξη. Το πρόγραμμα των σπουδών πρέπει να σχεδιαστεί με βάση έναν τρόπο ο οποίος να βασίζεται σε αυτό που γνωρίζουν ήδη οι μαθητές και μπορούν να αναπτύξουν. Αρχικά με σύνθετα προβλήματα πάνω στα οποία θα διδάσκονται δεξιότητες κατά την επίλυση αυτών των προβλημάτων, οι οποίες θα βοηθήσουν και σε άλλα προβλήματα αφού θα αποτελέσουν τις βάσεις για γνώση. Αυτό βέβαια απαιτεί κατανόηση της γνωστικής ανάπτυξης των παιδιών ενώ ο οικοδομισμός σκιαγραφεί έντονα τις ψυχολογικές σπουδές της γνωστικής ανάπτυξης (Smith, 2002). Οι τρεις αυτές κατηγορίες χρησιμοποιήθηκαν για να δημιουργήσουν το σύγχρονο εκπαιδευτικό σύστημα που χρησιμοποιείται σχεδόν σε όλο τον κόσμο όμως η θεωρία λόγω της αδυναμίας της να συμπεριλάβει και διαφορετικούς παράγοντες εκτός από τη συμπεριφορά τείνει να

καταργείται στα σύγχρονα εκπαιδευτικά ιδρύματα. Οι θεωρίες του Διδακτικού Σχεδιασμού και του Εποικοδομισμού σε αντίθεση τείνουν να συμπληρώνουν η μία την άλλη στις σύγχρονες εκπαιδευτικές δραστηριότητες και έτσι οδηγούν το διδάσκοντα να προσπαθεί να προάγει τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών με σκοπό να επιλύσουν ρεαλιστικά προβλήματα και να χρησιμοποιήσουν την ήδη αποθηκευμένη γνώση που κατέχουν με σκοπό την εξεύρεση λύσης και αποτέλεσμα την ανάπτυξή της.

2. Εκπαιδευτική νευροεπιστήμη (Educational neuroscience)

2.1. Ορισμός και αντικείμενο της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης

Η νευροεκπαίδευση είναι ο επιστημονικός τομέας που μελετά όλες τις μεταβολές που συμβαίνουν μέσα στον εγκέφαλο όταν αυτός λαμβάνει μια πληροφορία. Μέσα σε αυτό συγκαταλέγεται και η προσπάθεια να βρεθεί ποιο είναι το κατάλληλο πλαίσιο όσον αφορά τον χώρο διδασκαλίας, την συναισθηματική κατάσταση του διδασκόμενου ή ακόμα και η κοινωνική του θέση, ώστε να εντοπιστούν όλοι οι παράγοντες που συμβάλλουν θετικά ή αρνητικά στη διαδικασία συλλογής, κατανόησης και αποθήκευσης μιας πληροφορίας για μελλοντική χρήση αλλά και στις ιδανικές συνθήκες που θα βελτιώσουν στο μέγιστο τη διαδικασία αυτή. Είναι μια νέα επιστήμη που άρχισε να μελετάται στην τελευταία δεκαετία του 19ου αιώνα και συγκεκριμένα από τον Henry H. Donaldson τη δεκαετία του 1890 με τη δημοσίευση του βιβλίου: Η Ανάπτυξη του εγκεφάλου: Μελέτη του νευρικού συστήματος σε σχέση με την εκπαίδευση.

Η πρώτη σύνδεση της νευροεπιστήμης με την εκπαίδευση παρατηρήθηκε τη δεκαετία του 1920 στην Αργεντινή. Σήμερα διεθνώς αναγνωρισμένα πανεπιστήμια που έχουν ακαδημαϊκά τμήματα αφιερωμένα στη νευροεκπαίδευση αλλά και μεταπτυχιακού τίτλους σπουδών είναι αυτά του Harvard, Cambridge, John Hopkins καθώς και αρκετά άλλα.

Στη σύγχρονη επιστήμη της νευροεκπαίδευσης αυτό που πιστεύεται είναι πως κάθε σκέψη ή ψυχολογική κατάσταση οφείλεται σε συγκεκριμένες διεργασίες στο φλοιό του ανθρώπινου εγκεφάλου οπότε αν μελετηθούν

αυτές οι διεργασίες τότε θα μπορούμε να κωδικοποιήσουμε τον τρόπο σκέψης καθώς και τις ψυχολογικές καταστάσεις και με αυτό τον τρόπο να κατανοήσουμε τον τρόπο και το λόγο συμπεριφοράς ενός ανθρώπου.

Αυτή την υπόθεση έρχεται να ενισχύσει η μελέτη του Santiago Ramón y Cajal όπου με τη διατύπωση της νευρωνικής θεωρίας αλλά και την αρχή της δυναμικής πόλωσης κατάφερε να μελετήσει τους νευρώνες του εγκεφάλου καθώς και τις συνάψεις και να καταγράψει τον τρόπο που ένα μήνυμα εισέρχεται και μεταδίδεται μέσω αυτών και έτσι να καταλήξουμε στο συμπέρασμα πως κάθε συντεταγμένη δραστηριότητα των νευρώνων στο φλοιό του εγκεφάλου οδηγούν στη δημιουργία ενός συναισθήματος ή σκέψης. Άρα τα συναισθήματα δεν είναι δημιούργημα της ψυχής αλλά μια συντεταγμένη κίνηση των νευρώνων μας.

Με την ανακάλυψη αυτή οι νευροεπιστήμονες προχώρησαν σε περαιτέρω μελέτη των νευρώνων και του νευρικού συστήματος και συμπέραναν ότι στον κάθε άνθρωπο ο αριθμός των νευρώνων του στο στάδιο της ενηλικίωσής του έχει ήδη καθοριστεί πριν από τη γέννηση του. Αυτό όμως μεταβάλλεται σε όλη τη διάρκεια της ζωής του και μπορεί να διαμορφωθεί έτσι ώστε νέοι νευρώνες να δημιουργηθούν ακόμα και στο ενήλικο στάδιο ανάλογα με τις μαθησιακές και μνημονικές εμπειρίες του κάθε ανθρώπου. Η ιδιότητα αυτή του νευρικού συστήματος ονομάζεται νευρωνική ευπλαστότητα. Αυτό σημαίνει πως όλοι οι άνθρωποι έχουμε μια βασική, κοινή λογική και συμπεριφορά λόγω του προκαθορισμένου αριθμού των νευρώνων μας, όμως σε κάποια κέντρα του εγκεφάλου λόγω της ευπλαστότητας μπορούν να δημιουργηθούν επιπλέον νευρωνικές απολήξεις οι οποίες θα συμβάλλουν σε μεγαλύτερη εγρήγορση και επιπλέον τρόπους αντίδρασης και συλλογής εμπειριών.

Ο (Campbell, 2002) στις ερευνητικές του εργασίες θεωρεί την εκπαιδευτική νευροεπιστήμη σαν ένα νέο χώρο σχετικά με την εκπαιδευτική έρευνα η οποία εμπίπτει στο ευρύτερο αναδυόμενο πεδίο της νευροεκπαίδευσης. Ως έναν χώρο ο οποίος βασίζεται τις μεθόδους, στις θεωρίες αλλά και τα αποτελέσματα από τις νευροεπιστήμες, σε άλλη περίπτωση μια εφαρμοσμένη γνωσιακή νευροεπιστήμη, δεν περιορίζεται μόνο σε αυτά. Αναφέρει ότι τα σημεία στα οποία εστιάζεται η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη είναι τα ανθρώπινα όντα κατά βάση και όχι μόνο οι φυσιολογικοί και βιολογικοί μηχανισμοί τους.

Υποστηρίζει ακόμα ότι η εκπαιδευτική νευρολογία σύμφωνα με τον ορισμό και με σεβασμό στην διδασκαλία των εκπαιδευτικών και τη μάθηση των μαθητών, πρέπει να κάνει προσπάθεια ώστε να γεφυρώσει ή να συμβιβαστεί με τις διαφορές ανάμεσα του συνειδητού μυαλού και του ζώντα εγκεφάλου.

Η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη είναι μία σύνθεση στοιχείων της εκπαίδευσης και της νευροεπιστήμης έχει την δυνατότητα να αντιμετωπιστεί με διάφορους τρόπους:

- ως μια πολυεπιστημονική δραστηριότητα
- ως μια ενδοεπιστημονική δραστηριότητα ή
- ως μια διεπιστημονική δραστηριότητα

Η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη σαν μια πολύπλευρη επιστημονική δραστηριότητα

Περιλαμβάνει νευροεπιστήμονες αλλά και εκπαιδευτικούς και έτσι συμβάλει στην εμπειρογνωμοσύνη τους για ένα κοινό σχέδιο (Campbell, 2003).

Στην αντίθετη περίπτωση αν αντιμετωπιστεί σαν μια ενδοεπιστημονική δραστηριότητα, θα βλέπαμε τους νευροεπιστήμονες αλλά και τους εκπαιδευτικούς να αποδέχονται τις απόψεις του άλλου σε μια προσπάθεια που θα έχει την από κοινού βελτίωση των αντίστοιχων συνεισφορών τους σε ένα δεδομένο έργο.

Τέλος, αν υποθέσουμε ότι θα αντιμετωπιστεί σαν μια διεπιστημονική δραστηριότητα, που θα πρέπει να συνεπάγεται τη με τη σφυρηλάτηση νέων φιλοσοφικών πλαισίων αλλά και μεθοδολογιών της έρευνας ώστε να γεφυρωθούν διάφοροι τρόποι της εκπαίδευσης με την νευροεπιστημη.

Οι ενδοεπιστημονιακές αλλά και οι πολυεπιστημονιακές δραστηριότητες είναι κατευθυνόμενα έργα τα οποία βασίζονται στο να αντιμετωπίζουν τα προβλήματα με τρόπους πιο νέους. Για να υπάρξει μια διεπιστημονική εκπαιδευτική νευροεπιστημη πρέπει να ενδυναμώσουν τους εκπαιδευόμενους σύμφωνα με την θεληματική εφαρμογή του μυαλού με σκοπό να αντιληφθούν και ύστερα να αλλάξουν τις δίκες τους επεξεργασίες του εγκεφάλου σε καταστάσεις που θα ευνοούν περισσότερο την μάθησης.

Σαν ιδέα ότι οι άνθρωποι θα κατορθώσουν να μεταβάλουν με τρόπο συνειδητό τους εγκεφάλους τους σε διάφορες μορφές οι οποίες θα ευνοούν την μάθηση είναι μια σκέψη αρκετά δελεαστική.

Στην διακήρυξη του Santiago το 2007 το βασικό ζήτημα της είναι "τα αποτελέσματα της εμπειρίας" σύμφωνα με την οποία καταλήγουμε ότι "Η τρέχουσα έρευνα του εγκεφάλου προσφέρει ένα γραμμάτιο το οποίο είναι για το μέλλον".

Τα μοντέλα ανάπτυξης και η κατανόησή μας σχετικά με την μάθηση πρέπει να βοηθηθούν από τις μελέτες οι οποίες αποκαλύπτουν το τι συμβαίνει σχετικά με την εμπειρία πάνω στα συστήματα του ανθρώπινου εγκεφάλου (Campbell, 2004).

Ο όρος «εμπειρία» καθώς και οι επιπτώσεις της μπορούν να ερμηνευθούν με πολλούς τρόπους. Αν το δούμε από μια υλιστική σκοπιά, η εμπειρία είναι αυτό που συμβαίνει στο σώμα και τα αποτελέσματα αυτής εκδηλώνονται σαν αντικειμενικές αλλαγές στον εγκέφαλο, στο σώμα και τη συμπεριφορά. Από την άλλη αν το δούμε μία ιδεαλιστική σκοπιά εμπειρία είναι αυτό το οποίο έχουμε. Κυριολεκτικά δηλαδή αυτό το οποίο βιώνουμε σαν υποκειμενικά όντα και οι επιπτώσεις τους σχετίζονται με την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο νους μας.

Η φιλοσοφική δέσμευση του σχετικά με το ζήτημα αυτό είναι ότι θεωρεί τον νου ως μία βιωμένη εμπειρία δηλαδή μια καλή τη πίστει ιδιότητα της ύλης. Ο νους δηλαδή είναι ενσωματωμένος πάνω στην ύλη.

Σαν εκπαιδευτικός λοιπόν δίνει βαρύτητα στο ότι ο νους έχει στην πραγματικότητα επίδραση πάνω στην ύλη. Δηλαδή ότι το μυαλό κάποιου έχει τη δυνατότητα σε κάποιο, έστω και μικρό βαθμό, να έχει συνέπειες πάνω σε άλλους αλλά και στον ίδιο του τον εγκέφαλο ή στο σώμα του.

Γίνεται αντιληπτό ότι μια τέτοια άποψη είναι αντίθετη με τις θεμελιώδεις φιλοσοφικές δεσμεύσεις που επικρατούν. Σαν ιδέα ότι ο νους δεν είναι εφικτό να έχει οποιοδήποτε αιτιατή αποτελεσματικότητα και δεν μπορεί να συμπληρώνει πως για να υποθέσουν διαφορετικά πρέπει να εξαλείψουν τη βούληση σαν ανθρώπινο χαρακτηριστικό ώστε να καταστήσουν την εμπειρία σαν ζήτημα συγκυριών αλλά και να αρνηθούν

στους μαθητές την οποιαδήποτε έννοια του ηθικού παράγοντα, κάτι το οποίο το θεωρεί εντελώς απαράδεκτο.Εξετάζει τον εγκέφαλο και τον νου σαν δύο εντελώς διαφορετικές πτυχές και έτσι καταφέρνει να προσδιορίσει τη μελέτη του σαν ένα πραγματικό αντικείμενο της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης.

Αργότερα ενστερνίζεται την άποψη των (Varela et al., 1991) σχετικά με τον ενσωματωμένο νου, όπου οποιεσδήποτε αλλαγή στην υποκειμενική εμπειρία, πρέπει να εκδηλωθούν αντικειμενικά με τρόπο σαν αλλαγές στον εγκέφαλο, το σώμα, και τη συμπεριφορά και το αντίστροφο.

Το να τοποθετήσεις τις λεπτομέρειες της αιτιότητας αλλά και της φύσης της ύλης στην άκρη αποτελεί μία ριζοσπαστική άποψη σχετικά με τον ενσωματωμένου νου και δικαιολογεί μια αναζήτηση για συσχετίσεις μεταξύ των υποκειμενικών εμπειριών και ενσωματωμένων συμπεριφορών.

Συμπερασματικά αναφέρει πως αν θέλουμε να μελετήσουμε υποκειμενικά εμπειρικές αλλαγές για τις νοητικές καταστάσεις των εκπαιδευόμενων πρέπει να μελετήσουμε τις αλλαγές τόσο στον εγκέφαλο όσο και στην εγκεφαλική συμπεριφορά. Φαινομενικά αυτό αποτελεί το κίνητρο για τις σπουδές πάνω στην ψυχοφυσιολογία και τις γνωστικές νευροεπιστήμες.Καταλήγοντας κάνοντας τις φιλοσοφικές σκέψεις στην άκρη, η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη είναι εφικτό να προσορίσει μεθόδους αλλά και θεωρίες αλλά και να μοιράσει αποτελέσματα με αυτούς τους κλάδους.

Ως στόχο έχει να καταφέρει να γεφυρώσει το χάσμα ανάμεσα στο μυαλό και το σώμα, η ανωτέρω αντίληψη του για την εκπαιδευτική

νευροεπιστήμη. Δίνει έμφαση στον εγκέφαλο σαν βασικό όργανο της σκέψης ώστε να καταφέρει να καταστήσει τη φύση και τις επιδράσεις της εκπαιδευτικής εμπειρίας πιο κατανοητά και ουσιαστικά. Αποκομίζοντας μεθόδους, θεωρίες και αποτελέσματα μέσα από τη γνωστική νευροεπιστήμη, η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη μπορεί να επιδιωχθεί και σαν εφαρμοσμένη γνωσιακή νευροεπιστήμη. Έτσι φέρει τη δυνατότητα να προχωρήσει πέρα από τις διαδεδομένες μηχανιστικές υποθέσεις οι οποίες υπόκεινται στους δεδομένους τομείς ώστε να γίνει μια διεπιστημονική επιχείρηση.

2.2. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος και οι νευρώνες

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος εμπεριέχει 100 δισεκατομμύρια περίπου ενεργούς νευρώνες που συνδέονται μεταξύ τους με τις συνάψεις. Ο αριθμός των νευρώνων που βρίσκονται μέσα στον εγκέφαλο κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ατόμου παραμένει σχετικά σταθερός.

Ως συναπτογένεση ορίζεται η ανάπτυξη και ωρίμανση του εγκεφάλου από την παιδική ηλικία προς την ενηλικίωση οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στις νέες συνάψεις δηλαδή συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων. Οι διαδικασίες της συναπτογένεσης, του κλαδέματος δηλαδή της εξάλειψης των νευραξόνων κατά την ανάπτυξη αλλά και της πλαστικότητας είναι από τις πιο σημαντικές για να αναπτυχθεί ο εγκέφαλος.

Ο εγκέφαλος είναι χωρισμένος στα δυο ημισφαίρια. Το καθένα από τα δύο ημισφαίρια έχει τέσσερις λοβούς, οι οποίοι συνδέονται με τις

γνωστικές μας λειτουργίες. Ο εγκέφαλος παρουσιάζει μια εξελιγμένη βασική δομή, στην οποία οι λειτουργίες είναι κατανεμημένες ως ένας παράλληλος επεξεργαστής με υψηλή συνδεσιμότητα καθώς και υψηλό πλεονασμό. Επιπλέον λειτουργεί με έναν πιθανολογικό τρόπο.

Κατά μέσο όρο ο ανθρώπινος εγκέφαλος ενός ενήλικα έχει βάρος περίπου ένα κιλό και διακόσια πενήντα γραμμάρια (1,250kg). Παράλληλα περιέχει 100 δισεκατομμύρια περίπου ενεργά νευρικά κύτταρα γνωστά ως νευρώνες που είναι υπεύθυνοι για τις νοητικές μας δραστηριότητες (Greenfield&Bacon, 1999).

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος περιέχει δέκα δισεκατομμύρια νευρώνες τουλάχιστον, στον εγκεφαλικό φλοιό που συνδέονται μέσω των συνάψεων το πλήθος των οποίων είναι περίπου εκατό τρισεκατομμύρια.

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος διακρίνεται:

- στον εγκεφαλικό ιστό που περιέχει τα δύο ημισφαίρια
- στον διάμεσο εγκέφαλο με το θάλαμο και τον υποθάλαμο
- στο μέσο εγκέφαλο
- στον οπίσθιο εγκέφαλο με τη γέφυρα και την παρεγκεφαλίδα
- στον τελικό εγκέφαλο με τον προμήκη μυελό.

Οι νευρώνες είναι η πιο βασική λειτουργική μονάδα του εγκεφάλου, σχηματίζουν τη "φαιά ουσία" του εγκεφάλου ενώ παράλληλα με αυτούς υπάρχουν 1000 περίπου δισεκατομμύρια νευρογλοιακά κύτταρα που σχηματίζουν μια υποστηρικτική δομή, παρόλα αυτά δεν συμβάλλουν άμεσα στην νοητική δραστηριότητα. Τα νευρικά κύτταρα παράγουν ηλεκτρικά σήματα τα οποία μεταδίδονται από το ένα στο άλλο μέρος του κυττάρου. Παράλληλα εκλύουν ουσίες βιοχημικές με σκοπό να

επικοινωνήσουν με τα υπόλοιπα κύτταρα. Οι νευρώνες φέρουν ποικιλία σε μέγεθος και σχήμα αλλά χωρίζονται τέσσερα βασικά μέρη:

- το κυρίως σώμα τους με τον πυρήνα,
- τους δενδρίτες,
- τον άξονα
- τις απολήξεις.

Οι νευρικές ώσεις του κυτταρικού σώματος οδεύουν στο μήκος του άξονα και καταλήγουν στην απόληξή του. Σύναψη ονομάζεται η ειδική σύνδεση μεταξύ δύο νευρώνων. Οι συνάψεις δημιουργούνται κατά βάση μεταξύ των απολήξεων του άξονα ενός νευρώνα και του κυτταρικού σώματος ή του δενδρίτη ενός άλλου.

Ακόμα μπορούν να δημιουργηθούν και μεταξύ των δενδριτών ή και μεταξύ δενδρίτη και του κυτταρικού σώματος ή ακόμη και μεταξύ των απολήξεων δύο αξόνων. Συμπερασματικά οποιοσδήποτε νευρώνας έχει την δυνατότητα να συνδέεται με πολλές χιλιάδες άλλους νευρώνες. Κατά κύριο λόγο σχεδόν όλοι οι νευρώνες οι οποίοι θα αποτελέσουν το κύριο μέρος του ώριμου ανθρώπινου εγκεφάλου σχηματίζονται την περίοδο της εμβρυικής ζωής στη μήτρα. Πρόσφατα δε έχει αναφερθεί ότι κάποια τμήματα του ανθρώπινου εγκεφάλου έχουν βρεθεί να παράγουν νέους νευρώνες (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2002).

Η ανταλλαγή μηνυμάτων η οποία γίνεται μεταξύ των νευρώνων δεν φαίνεται να λειτουργεί με δυαδικό τρόπο δηλαδή όπως ενός κυκλώματος υπολογιστή ούτε σαν διακόπτες (ON-OFF) όπου ένας νευρώνας θα

ενεργοποιείται ή θα απενεργοποιείται. Ο βαθμός ενεργοποίησης των νευρώνων φαίνεται να είναι μεταβαλλόμενος σε συνεχή βαθμό.

Όπως αναφερθήκαμε παραπάνω ο συνολικός αριθμός των νευρώνων σε έναν ανθρώπινο εγκέφαλο παραμένει περίπου σταθερός από τη γέννηση, αντίθετα ο αριθμός των συνάψεων δηλαδή των συνδέσεων ανάμεσα στους νευρώνες υφίσταται σημαντικές μεταβολές. Έτσι λοιπόν ένα αρκετά μεγάλο μέρος της νευροεπιστήμης έχει αφιερωθεί για να μελετά αυτές τις αλλαγές. Αυτό που αλλάζει εξολοκλήρου είναι η ανάπτυξη νευροαξόνων, δενδριτών και ο αριθμός των συνάψεων οι οποίοι συνδέουν τους νευρώνες. Πλαστικότητα ορίζεται η ικανότητα του εγκεφάλου να αλλάζει σαν αποτέλεσμα της μάθησης ή σαν απόκριση σε περιβαλλοντικές αλλαγές. Είναι ιδιαίτερα εμφανής στα βρέφη κατά τα πρώτα χρόνια της ανάπτυξης τους (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2002).

2.3. Θεωρητική και φιλοσοφική προσέγγιση της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης

Οι (Campbell, 1998) υποστηρίζει μια θεωρία ενσωματωμένης γνωστικότητας η οποία έχει σαν βασική παραδοχή ότι όλες οι αλλαγές στην εμπειρία συνδέονται με αλλαγές στον εγκέφαλο αλλά και τη συμπεριφορά του σώματος. Ακόμα έχει επεκτείνει την εμπειρική έρευνα του όσον αφορά την μαθηματική εκπαίδευση και έχει συμπεριλάβει μεθόδους αλλά και τεχνικές Ψυχοφυσιολογίας και γνωστικής νευροεπιστήμης στις μελέτες του που σχετίζονται με την μαθηματική νόηση και την μάθηση. Η ανάλυσή ξεκινά με το βασικό ερώτημα «Τι

σχέση έχει ο εγκέφαλος με τη μάθηση» και ύστερα γίνεται λόγος για το ότι υπάρχουν βάσιμες αντιρρήσεις σχετικά με την τμηματική εισαγωγή διάφορων νευροεπιστημονικών εκτιμήσεων στο εύρος του πεδίου της εκπαίδευσης.

3. Νευροεπιστήμη ως διδακτική προσέγγιση

3.1. Κίνητρα, στόχοι και προοπτικές της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης

Σχετικά με αυτά που ο (Campbell, 1998) υποστηρίζει, τα κίνητρα είναι πολλά και διαφορετικά. Υπάρχουν κάποιοι γνωστικοί νευροεπιστήμονες οι οποίοι ενδιαφέρονται για τη μελέτη και τη συμβολή στα εκπαιδευτικά προβλήματα τα οποία συνδέονται με τη μάθηση αλλά και τη διδασκαλία. Στο βαθμό τον οποίο θα προσφέρουν την τεχνογνωσία τους ώστε η χρήση να τεθεί καλή, η εκπαιδευτική νευρολογία υπάρχει πιθανότητα να θεωρηθεί σαν μια εφαρμοσμένη γνωστική νευροεπιστήμη. Από την άλλη πλευρά βέβαια υπάρχουν κάποιοι ερευνητές οι οποίοι είναι επαγγελματίες και φορείς χάραξης πολιτικής. Ενδιαφέρονται για την κατανόηση των τρόπων σύμφωνα με τους οποίους τα ευρήματα από τις νευροεπιστήμες μπορεί να σχετίζονται με τη βελτίωση της εκπαίδευσης.

Σύμφωνα με τον βαθμό τον οποίο θα προσφέρουν την τεχνογνωσία τους και με την ορθή χρήση αυτού η εκπαιδευτική νευρολογία αποκτά την δυνατότητα να θεωρηθεί σαν ένα μέρος της νευροεκπαίδευσης αλλά και των πρωτοβουλιών που αφορούν σχέσεις ανάμεσα σε νου, εγκέφαλο και εκπαίδευση. Έχοντας υπάρξει φιλόσοφος της εκπαίδευσης αλλά και ερευνητής στη μαθηματική εκπαίδευση έχει την πεποίθηση ότι η εκπαιδευτική νευρολογία έχει μοναδικές ευκαιρίες να καταφέρει να αντιμετωπίσει θεμελιώδη προβλήματα ταυτόχρονα και με συντονισμένο τρόπο και στους 2 κλάδους.

Αναφέρει ακόμα ότι υπάρχουν αρκετά προβλήματα στην έρευνα της μαθηματικής Εκπαίδευσης. Τα πιο βασικά από αυτά είναι

- η φύση του μαθηματικού άγχους
- ο σχηματισμός της μαθηματικής έννοιας.

Προτιμά εκπαιδευτικούς οι οποίοι δεν έχουν ακόμη διοριστεί οπότε δεν φέρουν εμπειρία και ο λόγος είναι ότι πιστεύει ότι αυτοί μπορούν να έχουν σε μεγαλύτερο βαθμό βελτίωση της αποτελεσματικότητας στη μαθηματική εκπαίδευση (Zazkis&Campbell, 2006).

Οδυνηρές και εμφανείς επιπτώσεις έχουν τα παρακάτω φαινόμενα τα οποία είναι πολύ βασικά και πάνω σε αυτά γίνεται η έρευνα στην εκπαιδευτική νευροεπιστήμη.

- οι αντιδράσεις των μαθητών σχετικά με το μαθηματικό άγχος
- κατανόηση μάθησης

Βέβαια υπάρχουν και άλλα ζητήματα τα οποία παρουσιάζουν ενδιαφέρον σχετικά με την εκπαίδευση των μαθηματικών και αποτελούν θέματα προς ερευνά με τη χρήση

μεθόδων της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης. Τέτοια είναι:

- η επίλυση προβλημάτων
- ο διδακτικός σχεδιασμός, ιδιαίτερα με τη χρήση διασύνδεσης χρηστών υπολογιστών με εκπαιδευτικό λογισμικό, (ΤΠΕ).

Η ενσωματωμένη νόηση δίνει στην εκπαιδευτική νευροεπιστήμη α) ένα σταθερό μεθοδολογικό θεμέλιο καθώς και β) ένα ισχυρό φιλοσοφικό πλαίσιο. Οι εκπαιδευτικοί νευροεπιστήμονες είναι σε θέση να διεξάγουν μελέτες αφού μπορούν να εκμεταλλευτούν μια πληθώρα μοντέλων έρευνας και να εξάγουν συμπεράσματα σχετικά με τις διαφορές στα φιλοσοφικά αξιώματα.

Οι “Πόλεμοι μοντέλων” όπως έχουν ονομαστεί, έχουν προκαλέσει πληγή για την εκπαιδευτική έρευνα τις τελευταίες δεκαετίες διότι έχουν βασιστεί περισσότερο στις θεμελιώδεις φιλοσοφικές διαφορές και όχι τόσο στις πολύ πιο συγκεκριμένες θεωρίες αλλά και μεθόδους οι οποίες σχετίζονται με πολλά ερευνητικά μοντέλα. Δεν θα πρέπει να περιορίζεται η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη σαν μια διεπιστημονική επιχείρηση μέσα σε στο πλαίσιο της ενσωματωμένης νόησης και ειδικά όταν πρόκειται για ερευνητικά μοντέλα.

Παραδείγματος χάρη η ποιοτική έρευνα στην εκπαιδευτική έρευνα συνήθως προσπαθεί να κατανοήσει ένα συγκεκριμένο πρόβλημα σε βάθος. Στόχος είναι να αποκτηθεί βαθιά κατανόηση ώστε να παραχθεί κάποια διορατικότητα σε μια δεδομένη κατάσταση, το πώς προέκυψε και πώς θα μπορούσε να βελτιωθεί.

Ορισμένες φορές νέοι-απρόβλεπτοι παράγοντες και φαινόμενα αποκαλύπτονται, διότι λιγότερη προσοχή απ’ όση χρειάζεται δίνεται στο κατά πόσο τα ποιοτικά ευρήματα έχουν γενικότερη εφαρμογή, διότι τέτοιες ερωτήσεις αφορούν περισσότερο της ποσοτικής έρευνας.

Θεωρίες, μέθοδοι, μέσα και στόχοι της ποιοτικής και ποσοτικής έρευνας έχουν διαφορές, παρόλα αυτά δεν χρειάζεται να τις αντιμετωπίσουμε σαν εγγενώς ασύμμετρες παρά μόνο στην περίπτωση που οι φιλοσοφικές δεσμεύσεις της μίας έρχονται σε αντίθεση με της άλλης.

Με την αυξανόμενη επικράτηση του πραγματισμού αλλά και της έμφασης όσον αφορά τις μεικτές μεθόδους πρέπει να γίνει με πιο μεγάλο άνοιγμα προς τις νέες προσεγγίσεις για την εκπαιδευτική έρευνα μέσα από την εκπαιδευτική νευροεπιστήμη.

Θέτοντας σαν βάση την ενσωματωμένη θεώρηση είναι βασικό να κατανοήσουμε ότι η νόηση βρίσκεται μέσα στα ίδια τα άτομα. Ακόμα πρέπει να καταλάβουμε πώς επιτυγχάνεται η μάθηση αλλά και πως μπορεί να αναπτυχθεί ώστε να αποκτήσουμε την γνώση των μηχανισμών του εγκεφάλου. Σύμφωνα με τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι οι γνωστικές αλλά και οι κοινωνικές νευροεπιστήμες μπορούν να προσφέρουν αρκετά στην εκπαιδευτική νευροεπιστήμη.

Όταν πραγματοποιείται η εφαρμογή των αποτελεσμάτων της γνωστικής αλλά και της κοινωνικής νευροεπιστήμης στις μαθησιακές δυσκολίες, οι εκπαιδευτικοί νευροεπιστήμονες οφείλουν να συνεργάζονται είτε άμεση είτε μέσω αφομοίωσης της σχετικής βιβλιογραφίας η οποία έχει δημιουργηθεί από τους εν λόγω νευροεπιστήμονες. Οι νευροεπιστήμες έχουν πολλά να προσφέρουν είτε από άποψη αποτελεσμάτων, είτε από άποψη θεωριών και μεθόδων οι οποίες είναι νέες για την εκπαιδευτική έρευνα και περισσότερο για νέες τεχνολογίες στην απεικόνιση του εγκεφάλου (Makeig, 2010).

Κατά την εμπειρική του έρευνα σχετικά με την μαθηματική εκπαίδευση και σε συνδυασμό με την φιλοσοφική και ιδεολογική του δέσμευση στην ενσωματωμένη νόηση ο (Campbell, 2002) προσπάθησε να πραγματοποιήσει έναν αυστηρά παρατηρητικό έλεγχο της μαθησιακής διαδικασίας. Στο εκπαιδευτικό νευροεπιστημονικό του εργαστήριο και στην παιδαγωγική σχολή στο Πανεπιστήμιο Simon Fraser κάνει χρήση των παρακάτω εξοπλισμών για την καταγραφή των αντίστοιχων λειτουργιών:

- ηλεκτροεγκεφαλογραφημάτων (EEG)- δραστηριότητα του εγκεφάλου,

- ηλεκτροκαρδιογραφήμάτων (EKG)- τον καρδιακό ρυθμό
- ηλεκτροφθαλμογραφήματα (EOG)- κίνηση των ματιών
- ηλεκτρομυογραφήματα (EMG)- κίνηση των μυών.

Ακόμα κάνει καταγραφή της αναπνοής, του όγκου της ροής του αίματος αλλά και της αγωγιμότητας του δέρματος. Όλες αυτές οι ψυχοφυσιολογικές μετρήσεις αυξάνονται με την τεχνολογία παρακολούθηση των οφθαλμών, την σύλληψη με πληκτρολόγιο και ποντίκι, με την οθόνης σύλληψης και τέλος με τις πολλαπλές καταγραφές βίντεο των συμμετεχόντων.

Σχετικά με τα δεδομένα τα οποία έχουν συλλεχθεί από τις μεθόδους που αναφέρθηκαν, αυτά πρέπει να ενσωματωθούν και να συγχρονιστούν με σκοπό να υποστούν τις παρακάτω διαδικασίες

- κωδικοποίηση
- ανάλυση
- ερμηνεία

ώστε να καταφέρουν να αποδώσουν έτσι παρατηρήσεις οι οποίες είναι ολοκληρωμένες καθώς επίσης και γνώση για τη διαδικασία της μάθησης (Campbell, 2010).

3.2. Σύνδεση εκπαίδευσης και Γνωστικής Νευροεπιστήμης

Η διαθεσιμότητα των μη επεμβατικών εργαλείων και τεχνικών οι οποίες χρησιμοποιούνται στην μέτρηση της λειτουργίας του εγκεφάλου και κατά την διάρκεια των νοητικών εργασιών, οδήγησαν στη δημιουργία του πεδίου της Γνωστικής Νευροεπιστήμης. Ο σκοπός της Γνωστικής νευροεπιστήμης είναι να διευκρινίσει πώς ο εγκέφαλος καταφέρνει να ενεργοποιεί τον νου δηλαδή έχει σαν στόχο να περιορίσει τις γνωστικές,

ψυχολογικές θεωρίες με νευροεπιστημονικά δεδομένα και να διαμορφώσει τις θεωρίες αυτές ώστε από βιολογικής άποψης να έχουν κάποια λογική.

Η έρευνα σχετικά με την γνωστική νευροεπιστήμη κατάφερε να προσελκύσει τους παιδαγωγούς οι οποίοι έδειξαν ενδιαφέρον όσον αφορά την εκμάθηση αλλά και την εκπαίδευση διότι θέλουν να γνωρίζουν πώς τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών θα μπορούσαν να εφαρμοστούν μέσα στην τάξη.

Λαμβάνοντας ως δεδομένο ότι ο εγκέφαλος είναι το όργανο για την μάθηση είναι εύλογο να ενημερώνεται και η εκπαίδευση σχετικά με την λειτουργία του εγκεφάλου. Υπάρχει λοιπόν αρκετή γνώση η οποία προέρχεται από την έρευνα της γνωστικής νευροεπιστήμης σε τομείς οι οποίοι μπορεί να είναι ενδιαφέροντες για την εκπαίδευση. Παραδείγματος χάρη η έρευνα για τους νευρωνικούς συσχετισμούς της

ανάγνωσης (Turkeltaub et al., 2003) καθώς και για τα μαθηματικά και την επεξεργασία των αριθμών (Dehaene et al., 2003). Μεγάλες ελπίδες για επανάσταση στον τομέα της εκπαίδευσης, έχουν δημιουργήσει αυτές οι έρευνες, όπου τα αποτελέσματα από το εργαστήριο της νευροεπιστήμης, μεταμορφώνουν προς το καλύτερο την αίθουσα της διδασκαλίας.

Πρέπει να αναφερθεί ότι ένας μεγάλος αριθμός δημοσιεύσεων και περιοδικών έχουν πρώτα συζητήσει και ύστερα αξιολογήσει τα στοιχεία από τη γνωστική νευροεπιστήμη τα οποία υπάρχει πιθανότητα να σχετίζονται με την εκπαίδευση.

Ένα ακόμα στοιχείο για την ανάπτυξη του ενθουσιασμού για μία πιθανή σύνδεση ανάμεσα στην νευρολογία και την εκπαίδευση είναι η δημιουργία μιας διεθνούς ερευνητικής κοινότητας όσον αφορά τον Εγκέφαλο, το Μυαλό και την Εκπαίδευση. Παρ' όλα αυτά αν και υπάρχει αυτό το κύμα ενθουσιασμού το οποίο περιβάλλει τέτοιες πιθανές συνδέσεις, αρκετά είναι τα ζητήματα τα οποία δεν έχουν εξεταστεί ακόμα. Τέτοια είναι:

- Πώς η γνωστική νευροεπιστήμη θα καταφέρει να ενημερώνει την εκπαίδευση αλλά και πώς θα ενημερώνει η εκπαίδευση τη γνωστική νευροεπιστήμη;
- Σε ποια επίπεδα τέτοιες συνδέσεις είναι πιο γόνιμες σχετικά με τη δημιουργία αξιοποιήσιμων γνώσεων;
- Τι πρακτικές αλλαγές πρέπει να υλοποιηθούν ώστε να στηριχτεί μια τέτοιου είδους βιώσιμη σύνδεση;
- Ποιοι θα είναι οι ρόλοι των γνωστικών νευροεπιστημόνων, των φορέων χρηματοδότησης, των εκπαιδευτικών και των φορέων χάραξης πολιτικής στην προσπάθεια αυτή;
- Πώς θα ξεπεραστούν τα υπάρχοντα φιλοσοφικά όρια μεταξύ της εφαρμοσμένης έρευνας, δηλαδή στον πραγματικό κόσμο και στην τάξη και της βασικής έρευνας-δηλαδή στον ελεγχόμενο κόσμο του εργαστηρίου;

Παρακάτω θα δούμε πως διακεκριμένοι ερευνητές προσπαθούν να απαντήσουν τα παραπάνω ερωτήματα και να συνδέσουν την Εκπαίδευση με τη Γνωστική Νευροεπιστήμη. Οι (Ansari & Coch, 2006) εξετάζουν το ρόλο της γνωστικής νευροεπιστήμης στην ενημέρωση της εκπαίδευσης. Κατανοούν ότι η αλλαγή των εκπαιδευτικών θεωριών αλλά και των μοντέλων ώστε να γίνουν νευροεπιστημονικά διαπιστευμένα και

βασισμένα στη βιολογία, είναι πολύπλοκη διαδικασία και περιλαμβάνει αλλαγές στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών καθώς και στην κατάρτιση τους.

Θεωρούν ότι οι γνωστικοί νευροεπιστήμονες φέρουν έναν ουσιαστικό ρόλο διότι πρέπει να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς στο να κατανοήσουν την νευροεπιστήμη αλλά και να προτείνουν οι εκπαιδευτικοί να τους ανταποδώσουν δηλαδή να φέρουν τους γνωστικούς νευροεπιστήμονες σε επαφή με τα προβλήματα τα οποία σχετίζονται με την υλοποίηση της νευροεπιστήμης στην εκπαιδευτική αίθουσα.

Με αυτήν την διαδικασία θα είναι εφικτό να αναθεωρηθούν οι μύθοι που αφορούν την εγκεφαλική μάθηση και αυτό θα πραγματοποιηθεί με διεπιστημονικά εφαρμοσμένη έρευνα όπου θα δημιουργηθούν νέες συνεργασίες, πρότυπα και νέες αλλαγές στην παιδαγωγική.

Οι ερευνητές αναφέρουν ακόμα ότι με την απουσία της συντονισμένης σκέψης και προσπάθειας σχετικά με την οικοδόμηση αλλά και την διατήρηση γεφυρών, η γνωστική νευρολογία θα γίνει μια υποσημείωση για την ιστορία του κινήματος της βασισμένης στην ερευνα, εκπαίδευσης.

3.3. Συνεργασία μεταξύ Νευροεπιστήμης και Εκπαίδευσης

Υπάρχει ένα ενδιαφέρον το οποία αυξάνεται για τις δυνατότητες που θα έχει μια σύνδεση μεταξύ της γνωστικής Νευροεπιστήμης και της Εκπαίδευσης. Αυτό το ενδιαφέρον είναι ικανό να φθάσει στο αποκορύφωμά του και ύστερα να υποχωρήσει διότι η άμεση εφαρμογή των ευρημάτων της νευροεπιστήμης στην τάξη, δεν έχουν αποδώσει το αναμενόμενο ήταν μέχρι σήμερα. Άρα πιστεύουν ότι είναι αρκετά

σημαντικό να βρεθούν οι τρόποι με τους οποίους ο υπάρχον ενθουσιασμός αλλά και η προθυμία, των πανεπιστημίων και των φορέων χρηματοδότησης που θέλουν να συμμετάσχουν για την δημιουργία αυτού του νέου πεδίου του Νου, του Εγκεφάλου, και της Εκπαίδευσης, μπορεί να διατηρηθεί σε μακροχρόνιο επίπεδο.

Θεωρούν ότι αυτό είναι εφικτό να επιτευχθεί με το να σκεφτούμε εκτός από την άμεση εφαρμογή των αποτελεσμάτων αυτής της έρευνας των νευροεπιστημών στην εκπαιδευτική αίθουσα και την κατεύθυνση σχετικά με περιορισμούς οι οποίοι πρέπει να τεθούν σε εφαρμογή ώστε οι εκπαιδευτικοί και οι νευροεπιστήμονες να κατορθώσουν να συνεργαστούν και να ενημερώνουν ο ένας τον άλλον σχετικά με την σκέψη και την πράξη.

Ακόμα είναι πολύ βασικό να μεταδοθούν τόσο οι δυνατότητες όσο και η υπόσχεση τέτοιων συνδέσεων στους φορείς χάραξης της πολιτικής, στους φορείς χρηματοδότησης αλλά και στα πανεπιστήμια ώστε να αποφευχθεί η στροφή τους μακριά από το Νου, τον εγκέφαλο και την Παιδεία, όταν δεν υπάρχουν γρήγορες λύσεις.

Η άποψη σχετικά με το "Νου, Εγκέφαλο και Εκπαίδευση" είναι σε πλήρη αντίθεση με ένα μεγάλο μέρος του κινήματος εκπαίδευσης το οποίο είναι βασισμένο στον εγκέφαλο. Ανησυχητικό είναι το γεγονός ότι μεγάλο μέρος της ενέργειας πρέπει να δαπανηθεί ώστε να περιοριστεί μελλοντικά η αυξανόμενη εμφάνιση των λεγόμενων προγραμμάτων τα οποία είναι βασισμένα στον εγκέφαλο (brain-based), και εκδόσεων αυτών που πολλαπλασιάζουν τους μύθους στο πλήθος της εκπαιδευτικής κοινότητας.

Για τους ίδιους λόγους τα σχολικά συμβούλια αλλά και οι περιφέρειες πρέπει να είναι προσεκτικά ως προς την επιλογή τους καθώς επίσης να χρησιμοποιούν μόνο προγράμματα που έχουν σαφή και αξιολογημένη εμπειρική υποστήριξη σχετικά με την αποτελεσματικότητά τους. Από την πλευρά τους είναι βασικό οι επιστήμονες να μην συνεργάζονται με τις βιομηχανίες ώστε να δημιουργήσουν εργαλεία παρέμβασης τα οποία βασίζονται μόνο στα αποτελέσματα των ερευνών και δεν έχει πραγματοποιηθεί αυστηρή αξιολόγηση στο περιβάλλον της τάξης ύστερα από την αρχική δημοσίευση, μόνο για να μην υπάρξει ενδεχόμενο για απώλεια στο εμπορικό κομμάτι.

Θεωρούν ότι το μέλλον του “Νου, Εγκέφαλος και Εκπαίδευση” πρέπει να χαρακτηρίζεται από ένα ευρύ τρόπο σκέψης σχετικά με το πώς η Νευροεπιστήμη και η Εκπαίδευση μπορούν να αλληλοενημερώνονται.

- Τι νέα μοντέλα έρευνας μπορούν να αναπτυχτούν;
- Πώς θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν οι μη επεμβατικές μέθοδοι απεικόνισης ώστε να μετρήσουν τη σχετική επιτυχία των εκπαιδευτικών προσεγγίσεων;
- Πώς μπορούν οι συνεργασίες να δημιουργήσουν ένα γενικό σύνολο το οποίο να είναι κάτι περισσότερο από το άθροισμα μερικών τμημάτων;

Προχωρώντας πέρα από την κατανόησή που έχουμε για τους ψυχομετρικούς μηχανισμούς που εξυπηρετούν τα κύρια γνωστικά πεδία, όπως η ανάγνωση και τα μαθηματικά, ο “νους, εγκέφαλος και εκπαίδευση” περιλαμβάνει ακόμα και την εξέταση των ζητημάτων τα οποία αφορούν με τη δομή των περιβαλλόντων μάθησης γενικά, την έγκαιρη διδασκαλία αλλά και τους ρόλους του ύπνου, της διατροφής, του στρες, και του κοινωνικού πλαισίου της μάθησης. Τέλος καταλήγουν πως

οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ της Εκπαίδευσης και της Νευροεπιστήμης μπορούν ακόμα να βοηθήσουν να αξιολογηθούν τα οφέλη της εκπαίδευσης πάνω στις τέχνες, την επιστήμη αλλά και να αλλάξουν τον τρόπο με που αντιλαμβανόμαστε τις εκπαιδευτικές προτεραιότητες.

3.4. Τι μπορεί να προσφέρει η Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη στην Εκπαίδευση

Ο (Ferrari, 2009) θεωρεί ότι η εκπαιδευτική στρατηγική πρέπει να ακολουθήσει το ιατρικό μοντέλο και ότι η καθαρή έρευνα αποτελεί ενημέρωση σχετικά με την πρακτική. Ακόμα υποστηρίζει ότι η στρατηγική αυτή πρέπει να είναι κοινωνικά ενταγμένη και προσεκτική πολιτισμικά διότι αντανακλά τις αξίες τις οποίες ασπαζόμαστε και κοινωνία την οποία επιδιώκουμε να έχουμε.

Ακόμα πιστεύει ότι η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη είναι μια συναρπαστική ανανέωση της γνωστικής νευροεπιστήμης και άλλων νευροεπιστημών οι οποία θα διευρύνει την κατανόηση μας σχετικά με το πώς η γνώση και η γνωστική λειτουργία έχουν ενσωματωθεί.

Υποστηρίζει ότι ενώ η νευροεπιστημονική έρευνα έχει να κάνει τις περισσότερες φορές με παθολογίες μαθησιακών δυσκολιών αλλά η εστίασή ως εκπαιδευτικοί ερευνητές πρέπει να είναι στην κατανόηση του μεγαλύτερου υποβάθρου της προσωπικής μάθησης αλλά και της ανάπτυξης, και να αποφευχθεί η νευροεπιστημονική κατηγοριοποίηση των μαθητών αυτών με τρόπους οι οποίοι τους περιορίζουν πιθανότατα να τους στιγματίζουν.

Εναντιώνεται στην γενίκευση των εργαστηριακών αποτελεσμάτων για τις περιπτώσεις μάθησης αλλά και στην αποδοχή των πλαισίων τα οποία αναιρούν την παρουσία και τη σημασία του οργανισμού.

Σε μία ανασκόπηση του για την κύρια σχέση ανάμεσα στην ψυχολογία και την εκπαίδευση διαπιστώνει μια εξέλιξη.

Στη στροφή για τον 20ο αιώνα παρουσιάστηκε η ανάδυση της εκπαιδευτικής ψυχολογίας σαν μια ευρεία ειδικότητα η οποία θα εφαρμόζε τα ψυχολογικά ευρήματα στην εκπαιδευτική πρακτική.

Στην διάρκεια της δεκαετίας του 1960 παρατηρούνται οι πρώτες προσπάθειες για την εφαρμογή της γνωστικής ψυχολογίας στην εκπαίδευση και στα μοντέλα επεξεργασίας πληροφοριών αλλά και στις εποικοδομητικές προσπάθειες. Μέχρι τις αρχές της του 1990 βλέπουμε προσπάθειες για να εξεταστεί η σημασία των συνεκτικών μεταβλητών δηλαδή της οικογένειας, του πολιτισμού και του μαθησιακού περιβάλλοντος. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1990, βρίσκουμε μοντέλα όπως των (Fischer&Bidell, 2006) οι οποίοι προσπαθούν να εντάξουν τις προσεγγίσεις σε ένα ολοκληρωμένο μοντέλο ανάπτυξης της γνώσης.

Με την έναρξη του 21ου αιώνα παρουσιάζεται μια νέα εξέλιξη, την εκπαιδευτική νευροεπιστήμη. Η εκπαιδευτική νευρολογία υπόσχεται ότι θα ενσωματώσει τις αναδυόμενες ιδέες από τις νευροεπιστήμες στην εκπαίδευση και θα αποτελέσει έτσι μια συναρπαστική ανακαίνιση της γνωστικής επιστήμης με την προϋπόθεση ότι θα ενσωματωθεί με ευαισθησία.

Αν και η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη έχει σαν στόχο να εξηγήσει τη μάθηση αλλά και την ανάπτυξη σε ένα γενικότερο πλαίσιο, κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικό να εξηγηθούν οι άτυπες αποδώσεις των μαθητών με ειδικές ανάγκες όπως είναι για παράδειγμα μαθητές με το σύνδρομο διάσπασης της προσοχής (ADHD), δυσλεξία, αυτισμό ή και μαθηματική ανικανότητα.

Παρόλα αυτά για την καλύτερη κατανόηση των εν λόγω ειδικών διαταραχών, η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη πρέπει να εξετάσει τον τρόπο με τον οποίο εκδηλώνονται στη μάθηση αλλά και την εκπαίδευση που γίνεται στο ευρύτερο πλαίσιο της ζωής των ανθρώπων όχι μόνο μέσα αλλά και έξω από το σχολείο.

Ο (Ferrari, 2009) υποστηρίζει ότι η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη μπορεί να προωθήσει στο να κατανοήσουμε στο πώς η γνώση είναι ενσωματωμένη. Αυτό είναι δυνατό να επιτευχτεί με τρόπους οι οποίοι προάγουν την προσωπική μάθηση αλλά και την ανάπτυξη και αναφέρει πως οι μαθητές με Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητα (ADHD) διαχειρίστηκαν για τον έλεγχο των δυσκολιών τους στη προσοχή με την κατανάλωση του φαρμάκου Ritalin.

Κατά την διάρκεια μίας σειράς από έξι περιπτωσιολογικές μελέτες διαπίστωσε ότι οι έφηβοι ανάλογα με το είδος των εμπειριών που ανέμεναν ότι θα αντιμετωπίσουν αποφάσισαν σχετικά με το πότε να πάρουν το Ritalin.

Για τις σχολικές εργασίες που ήταν ρουτίνας έπαιρναν το φάρμακο αντίθετα για δημιουργικές εργασίες όπως ήταν η σύνθεση μουσικής

ήταν προσεκτικοί και αφήναν την επίδρασή του να περάσει, πριν εμπλακούν σε αυτή τη δραστηριότητα.

Η μελέτη της νευροεπιστήμης της δυσκολίας προσοχής επιτρέπει να κατανοήσουμε καλύτερα ποιες περιοχές του εγκεφάλου και ποιες γνωστικές δεξιότητες εμπλέκονται στις νοητικές επιδόσεις. Η μελέτη καταδεικνύει ακόμα ότι πρέπει να κατανοηθούν πλήρως και οι απαιτήσεις των προσωπικών, εκπαιδευτικών περιβαλλόντων πλαισίων της εκπαίδευσης στην τάξη αλλά και της άτυπης μάθησης.

Οι (Marini et al., 2010) δείξαν ότι οι μαθητές οι οποίοι εμφανίζουν παρόμοια είδη εκφοβισμού και επιθετικότητας είναι πιθανό να απαιτούν διαφορετικές διδακτικές τεχνικές. Ήταν αυτές οι συμπεριφορές συμβαίνουν για διαφορετικούς νευροβιολογικούς λόγους, οι οποίοι οδηγούν ένα μέρος των ανθρώπων να είναι παθητικοί ενώ αντίθετα άλλοι να μην έχουν αναστολές. Αν γίνει η κατανόηση αυτών των διαφορών μπορούν οι εκπαιδευτικοί να αντιδράσουν με μεγαλύτερη ευαισθησία απέναντι στους μαθητές οι οποίοι συμμετέχουν σε εκφοβισμούς. Ακόμα θα είναι προετοιμασμένοι πιο καλά ώστε να τους βοηθήσουν στην διαχείριση της επιθετικότητας τους.

Παρόλα αυτά οι (Geake & Cooper, 2003) επισημαίνουν ότι υπάρχει η πιθανότητα κινδύνων κατά διάρκεια των προσπαθειών για την εφαρμογή της νευροεπιστήμης στην εκπαίδευση. Ένας κίνδυνος παρουσιάζεται όταν η νευροεπιστήμη δεν έχει να προσθέσει κάτι νέο στην ήδη υπάρχον κατανόηση των ζητημάτων ενώ αντίθετα μειώνει την άμυνα κάποιου σχετικά με την αξία συγκεκριμένων ειδών εκπαιδευτικής πρακτικής.

Ένας ακόμη κίνδυνος της άκριτης εφαρμογής της νευροεπιστήμης στην εκπαιδευτική πρακτική είναι ο αναγωγισμός. Πρέπει να είμαστε αρκετά επιφυλακτικοί όταν υποστηρίζουμε ότι η βασική αιτία των μαθησιακών δυσκολιών είναι η μηχανική βλάβη ή η ανωμαλία η οποία λειτουργεί σε γενετικό ή και νευρικό επίπεδο. Η άποψη του αυτή βασίζεται στο ότι ο εγκέφαλος αλλάζει στις περιβαλλοντικές επιρροές ανάλογα με την προσωπική προσπάθεια και τις επιλογές μας.

Ο (Bandura, 2006) κάνει αναφορά για την υπονόμηση του ανθρώπινου παράγοντα. Υποστηρίζει ότι είναι σημαντικό η εκπαιδευτική νευρολογία να είναι προσεκτική όταν γίνεται η προώθηση πλαισίων που ο άνθρωπος παράγοντας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση των φοιτητών όπου οι ίδιοι είναι αυτοί που καθορίζουν τη χρήση του Ritalin.

Ενώ τα νευροεπιστημονικά στοιχεία μας δείχνουν ότι τα νευρικά αίτια διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο για τις διάφορες εμπειρίες τις οποίες βιώνουμε, το είδος του νου ή και του ανθρώπου που θα γίνουμε, καθορίζεται και από την εκπαίδευση μας αλλά και τις επιλογές μας. Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι δεν είναι μας προϊόν της εκπαίδευσης μας, όλα όσα έχουν να κάνουν με το μυαλό ή την προσωπικότητα.

Η πραγματική νευροεπιστήμη δεν έχει τη δυνατότητα να μελετήσει τα πάντα και δεν μπορεί όλη ενδιαφερομένη μάθηση να χωρέσει μέσα σε μια διδακτέα ύλη σε περιορισμένο χρονικό διάστημα αλλά και με περιορισμένους πόρους. Έτσι, η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη πρέπει να γίνει η ίδια μέρος μιας ευρύτερης συζήτησης όσον αφορά τους στόχους της εκπαίδευσης αλλά και το πώς μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να

κατανοήσουν σε βάθος και να γίνουν παραγωγικά μέλη αυτής της κοινωνίας.

Πιθανό είναι η εκμάθηση των βασικών δεξιοτήτων δηλαδή η ανάγνωση και τα μαθηματικά να μην είναι αρκετές. Για τον λόγο αυτό πρέπει να ενθαρρυνθούν οι μαθητές ώστε να αποκτήσουν αυτογνωσία με την βοήθεια πρακτικών όπως είναι ο συνειδητός διαλογισμός (Rosch, 2008).

Η εκπαιδευτική νευρολογία είναι ικανή να βοηθήσει και να εκπληρώσει την ανάγκη της δημόσιας εκπαίδευσης, αλλά μόνο σαν εργαλείο το οποίο είναι μέρος μιας ευρύτερης συζήτησης που αφορά το τι σχολεία θα πρέπει να προσπαθήσουμε να επιτύχουμε για τους μαθητές.

4. Νευροεπιστήμη και η διδασκαλία των Μαθηματικών

4.1. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Ο (Kelly, 2004) επικεντρώνεται στις νευροεπιστήμες αλλά και τη διδασκαλία των μαθηματικών. Ασχολείται με τα νευροανατομικών συστημάτων του εγκεφάλου τα οποία χρησιμοποιούνται είτε για να κάνουμε τα μαθηματικά, να διδάξουμε τα μαθηματικά είτε να μάθουμε τα μαθηματικά.

Πιστεύοντας σε μια μικτή μέθοδο για την επίλυση των προβλημάτων, θίγουν θέματα όπως είναι το να μεταφερθούν οι εργαστηριακές έρευνες στην αίθουσα διδασκαλίας αλλά και το πόσο επιτακτική είναι η ανάγκη μιας ρεαλιστικής έρευνας ώστε τα θεμιτά εργαστηριακά ευρήματα να μεταφερθούν στην παιδαγωγική.

Σχετικά με τις προκλήσεις τις οποίες αναφέρουν περιλαμβάνουν την συμπύκνωση των προβλημάτων τα οποία σχετίζονται με τη διδασκαλία αλλά και τη μάθηση των μαθηματικών με ενέργειες κατάλληλες σχετικά με τους περιορισμούς που φέρουν οι τεχνικές της νευροαπεικόνισης, καθώς επίσης και το πρόβλημα της συναγωγής συμπερασμάτων που αφορά την παιδαγωγική, από τα αποτελέσματα της έρευνας.

Οι (Lee et al., 2007) κάνουν χρήση από τεχνικές της νευροαπεικόνισης ώστε να καταφέρουν να διερευνήσουν τη μέθοδο του μοντέλου σχετικά με την επίσημη άλγεβρα η οποία χρησιμοποιείται κατά τη διδασκαλία αλγεβρικών λέξεων επίλυσης προβλημάτων αλλά και για τη διερεύνηση διαδοχικών βημάτων όταν πραγματοποιείται η επίλυση προβλημάτων με πρόοδο από το μοντέλο ή και την εξίσωση στην λύση.

Οι έρευνες τους επάνω στην νευροαπεικόνιση αποδείχθηκαν πολύ χρήσιμες διότι προσέφεραν γνώσεις που αφορούν με την ανάπτυξη κατάλληλων παρεμβάσεων όσον αφορά τη βελτίωση για επιτυχία όπου οι μαθητές θα είναι ικανοί να επιλύσουν προβλήματα στην άλγεβρα.

Η διαφορά ανάμεσα στο να λύνουμε μαθηματικά σε σχέση με τη μάθηση των μαθηματικών ή τη διδασκαλία είμαι μία διάκριση αν και σπάνια αναφέρεται στη βιβλιογραφία των νευροεπιστημών που αφορά τα μαθηματικά.

Όσον αφορά το πρώτο, περιλαμβάνει τα μαθηματικά γεγονότα και τους διαδικασίες οι οποίες χρησιμοποιούνται ώστε να επιλυθούν τα μαθηματικά προβλήματα. Παραδείγματος χάρη το πώς οι μαθητές ενός δημοτικού σχολείου κάνουν τους αριθμητικούς υπολογισμούς και το πως εκτιμούν τις διάφορες ποσότητες. Στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση για παράδειγμα ασχολούνται με το πώς οι μεγαλύτεροι μαθητές εκτελούν το διαφορικό λογισμό, την τριγωνομετρία ή τις αλγεβρικές ερωτήσεις. Η έρευνα που σχετίζεται με τη διδασκαλία ή και τη μάθηση μαθηματικών μπορεί να αφορά σε έναν αριθμητικό ή αλγεβρικό υπολογισμό η ακόμα στην εστίαση του να αποκτήσει την γνώση αυτή.

Ένα αρκετά μεγάλο κομμάτι του διαθέσιμου έργου των νευροεπιστημών έχει δώσει μεγάλη βαρύτητα στην επίλυση των μαθηματικών προβλημάτων. Οι (Dehaeneetal., 2003) ασχολήθηκαν με τα νευροανατομικά συστήματα τα οποία καθίστανται υπεύθυνα για την επεξεργασία διαφόρων μαθηματικών πράξεων όπως είναι η πρόσθεση και η αφαίρεση, αλλά και των διαδικασιών τους δηλαδή τον ακριβή υπολογισμό σχετικά με το πώς είχε την εκτιμηθεί. Ύστερα από την εκτίμηση των ευρημάτων της έρευνας τους έκαναν πρόταση ότι τα άτομα

παρουσιάζουν τους αριθμούς σε μια “νοητική” αριθμητική γραμμή. Ακόμα είπαν ότι η νοητική αριθμητική, η αφαίρεση καθώς και η διαίρεση σε μεγαλύτερο ποσοστό ενεργοποιούν την ενδοβρεγματική αύλακα όπου αυτή εμπλέκεται με ποσοτικές διαδικασίες οι οποίες αφορούν την αριθμητική γραμμή. Ακόμα ύστερα από την έρευνα τους βρίσκονται σε θέση να μας πουν για τον τρόπο που οι άνθρωποι επεξεργάζονται τις μαθηματικές πληροφορίες. Παρόλα αυτά δεν μπορούν να μας παράσχουν καμία άμεση αξιολόγηση του σχετικά με το πώς πρέπει να διδάχτεί η αριθμητική ή έστω να ενθαρρύνει την ανάπτυξη της αντιπροσώπευσης των αριθμών το οποίο θα έχει μεγάλο αντίκτυπο για την μελέτη της παιδαγωγικής.

Ακόμα κάνουν αναφορά σε παραδείγματα σχετικά με τη διδασκαλία της νοητικής αφαίρεσης η οποία χρησιμοποιείται αρκετά συχνά από τους εκπαιδευτικούς σαν διαδικασία και συνδέεται στενά με την νοητική γραμμή των αριθμών. Κατά τη έρευνα τους υπήρξαν μαθητές οι οποίοι ρωτούνταν πόσα γλυκά τους μένουν στην περίπτωση που τα τρία γλυκά αφαιρούνται από τα πέντε. Αυτές οι ερωτήσεις μπορούν να επιλυθούν με την μέτρηση ή την άμεση ανάκτηση όταν βέβαια οι αριθμοί είναι μικροί. Είναι πολύ πιο δύσκολο όταν μεγαλύτεροι αριθμοί υπάρχουν στο πρόβλημα και η χρήση των αλγορίθμων είναι απαραίτητη.

Σε ένα πρόβλημα με μεγαλύτερα νούμερα όπως για παράδειγμα το να αφαιρέσεις 3 από το 650 για τους περισσότερους αδύναμους μαθητές τους ζήτησαν να φανταστούν μια αριθμητική γραμμή και να μετρήσουν αντίστροφα από το 650 αφαιρώντας το 2. Για να καταφέρουν να χρησιμοποιήσουν τέτοιες νοητικές γραμμές με αριθμούς, πρώτα επιλέγουν παραδείγματα με μικρότερους αριθμούς και σιγά σιγά τους

αυξάνουν, έτσι οι μαθητές στη συνέχεια καταφέρνουν να συνεχίσουν κατασκευάζοντας την αυξημένη γραμμή αριθμών. Σαν δραστηριότητες έχουν συνήθως θετικές επιπτώσεις στα παιδαγωγικά.

Παρ όλα αυτά παραμένει το ερώτημα του αν είναι αποτέλεσμα της ανάπτυξης των μαθητών η διευκόλυνση της γραμμή αριθμών ή του γεγονότος ότι τα παιδιά τις θεωρούν περισσότερο διασκεδαστικές αυτές τις δραστηριότητες ή κάποιας διαφορετικής επεξεργασίας;

Είναι σημαντικά τα παραπάνω ερωτήματα και ερωτήματα γενικά τέτοιου τύπου, διότι θα βοηθήσουν για να καθοριστούν όρια για τις ειδικές παιδαγωγικές μεθόδους τα οποία θα είναι περισσότερο αποτελεσματικά.

Είναι πολύ βασικό να εξακριβωθεί το νευροανατομικό υπόστρωμα των ειδικών μαθηματικών διεργασιών παρόλα αυτά ίδιου βαθμού σημασίας είναι και το να εξεταστεί και το πώς αποκτώνται τέτοιες διαδικασίες. Σε παρελθοντικούς χρόνους είχε αφεθεί σε μεγάλο βαθμό στους εκπαιδευτικούς το να μεταφράζουν τα ευρήματα από το εργαστήριο στην τάξη.

Οι (Delazeretal., 2005) με τις εργασίες του για την νευροεπιστήμη αποτελεί έναν πολύ σημαντικό ρόλο για την παιδαγωγική έρευνα. Κατάφεραν να διερεύνουν τους φλοιώδους συσχετισμούς της μάθησης διατηρώντας μία στρατηγική καθαρά ενάντια στην μηχανική εκμάθηση της ρουτίνας. Οι συμμετέχοντες οι οποίοι εκπαιδεύτηκαν χρησιμοποίησαν ή τη μια ή την άλλη μέθοδο για περισσότερο από μια εβδομάδα.

Σύμφωνα με αποτελέσματα η μάθηση-παπαγαλία ενεργοποιεί την αριστερή γωνιώδη έλικα και πιθανότατα αντανakλά, την εξαρτώμενη για

τη γλώσσα, φύση της στρατηγικής. Με την σειρά της η μάθηση με στρατηγική ενεργοποίησε τον προσφηνοειδές λοβίο στον οποίο αποδίδονται σύμφωνα με τους ερευνητές η χρήση των οπτικών εικόνων.

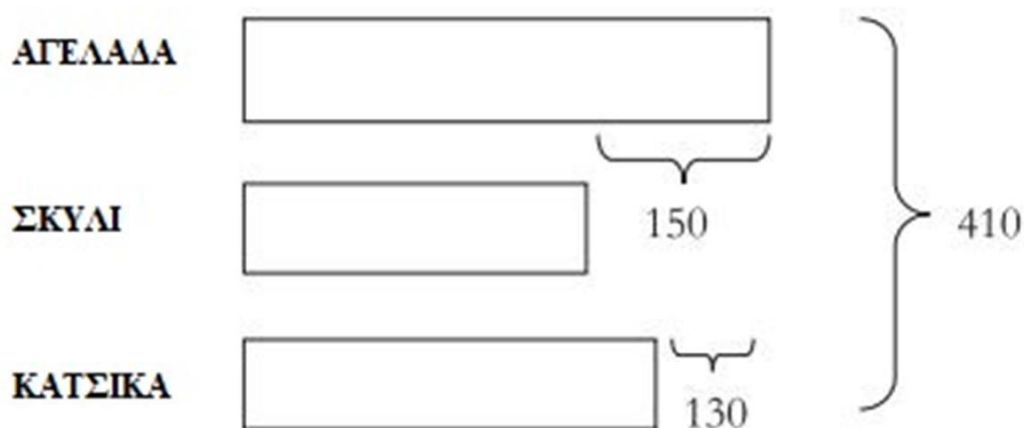
Οι (Leeetal., 2007) κατάφεραν να διεξάγουν δύο μελέτες οι οποίες διερευνούν ευρετικούς μηχανισμούς όπου κατά βάση χρησιμοποιούνται ώστε να διδάξουν αλγεβρικά προβλήματα : α) η μέθοδος του μοντέλου και β) η συμβολική άλγεβρα.

Οι μαθητές ηλικίας 9-11 της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης διδάσκονται ώστε να μπορούν να χρησιμοποιούν τη μέθοδο μοντέλου για την επίλυση προβλημάτων άλγεβρας πράγμα το οποίο δεν συμβαίνει το ίδιο σε όλες τις χώρες αφού σε κάποιες χώρες το συναντάμε στο πρόγραμμα σπουδών σε τάξης μεγαλύτερες με τη χρήση συμβολικής ή επίσημης άλγεβρας. Η μέθοδος μοντέλο είναι μια διαγραμματική αναπαράσταση ενός δεδομένου προβλήματος. Παραδείγματος χάρη, κάνουμε στους μαθητές την εξής ερώτηση:

Μία αγελάδα ζυγίζει 150 κιλά περισσότερο από ένα σκυλί, μια κατσίκα ζυγίζει 130 κιλά λιγότερο από την αγελάδα, συνολικά τα τρία ζώα ζυγίζουν 410 κιλά, πόσο είναι το βάρος της αγελάδας;

Κάνοντας χρήση της μεθόδου του μοντέλου, οι μαθητές φτιάχνουν ορθογώνια τα οποία αντιπροσωπεύσουν τις άγνωστες τιμές αλλά και τις ποσοτικές σχέσεις οι οποίες παρουσιάζονται στα δεδομένα του προβλήματος, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Οι μαθητές μπορούν να βρουν το βάρος της αγελάδας από την αναίρεση των αριθμητικών διαδικασιών. Μόνο όταν πλέον οι μαθητές είναι από 12 ετών και άνω δηλαδή στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση διδάσκονται την κατασκευή ενός

συστήματος με ισοδύναμες αλγεβρικές γραμμικές εξισώσεις ως επίλυση του προβλήματος.



Αναπαράσταση Μοντέλου ενός αλγεβρικού προβλήματος

Αν και η αρχική πρόθεση σχετικά με τη χρήση της μεθόδου μοντέλου ήταν να δώσουν στους μαθητές νωρίτερα πρόσβαση σε πολύπλοκα προβλήματα, (Kho, 1987), η πρόσβαση σε μη αλγεβρικούς ευρετικούς μηχανισμούς μπορεί επίσης να περιπλέξει την κατανόηση της συμβολικής άλγεβρας.

Η γνώση αυτών των μηχανισμών εύρεσης επιτρέπει στους μαθητές να φτάσουν στη σωστή επίλυση του προβλήματος χωρίς να χρειαστεί να ασχοληθούν με παραστάσεις και μετασχηματισμούς οι οποίοι σχετίζονται με τη συμβολική άλγεβρα, αλλά αυτό ισχύει μόνο για αλγεβρικά λεκτικά προβλήματα. Κάποιοι μαθητές κάνουν χρήση μιας μικτής μεθόδου στρατηγικής, έτσι συνδυάζουν την προσέγγιση της έρευνας με πτυχές συμβολικής άλγεβρας.

Κάποιοι άλλοι κατασκευάζουν πρώτα ένα μοντέλο σχεδίασης και ύστερα την ισοδύναμη αλγεβρική εξίσωση πριν επιστρέψουν στις αριθμητικές μεθόδους που αναιρούν τις εργασιών. Οι (Khng& Lee, 2009) ανακάλυψαν ότι οι φοιτητές που παρουσίαζαν φτωχότερες ανασταλτικές ικανότητες έφεραν και δυσκολίες στην χρήση της συμβολικής άλγεβρας ακόμα και στην περίπτωση που κατευθύνονταν στην πράξη. Οι ίδιοι φοιτητές είχαν περισσότερες πιθανότητες στο να επιστρέψουν στη μέθοδο του μοντέλου.

Οι (Ng et al., 2006) κάνουν αναφορά σε συνεντεύξεις με εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την αποτελεσματικότητα της μεθόδου του μοντέλου.

Αρκετοί από τους καθηγητές εξέφρασαν τις επιφυλάξεις που φέρουν σχετικά με τη μέθοδο και ανέφεραν ότι την βλέπουν σαν εμπόδιο για τους μαθητές στην απόκτηση συμβολικής άλγεβρας. Ακόμα μία ανησυχία που εξέφρασαν είναι ότι η μέθοδος του μοντέλου είναι παιδική και όχι αλγεβρική.

Παρ όλα αυτά δεν είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε με ακρίβεια αν είναι σωστές οι αντιλήψεις αυτών των εκπαιδευτικών σχετικά με τις διαφορές ανάμεσα στις δύο μεθόδους. Στην περίπτωση που η μέθοδος μοντέλου είναι μη αλγεβρική και αποτελεί εμπόδιο για την εκμάθηση της συμβολικής άλγεβρας, μπορεί να είναι πραγματικά καλύτερα να σταματήσει η διδασκαλία της. Αν πραγματοποιηθεί μια πλήρης αξιολόγηση του θέματος είναι πιθανόν να απαιτηθεί η εξέταση των γνωστικών κινητήριων αλλά και των παιδαγωγικών ζητημάτων.

Βέβαια η μέθοδος μοντέλου διδάσκεται στα σχολεία για περισσότερο από 10 χρόνια έτσι δεν είναι εφικτό να πραγματοποιηθούν οι συμβατικές

τεχνικές αξιολόγησης του προγράμματος. Για να καταφέρουν να απαντήσουν στο παραπάνω ερώτημα οι ερευνητές πραγματοποίησαν δύο μελέτες κάνοντας χρήση της απεικόνισης λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας (f-MRI) καθώς επίσης επικεντρώθηκαν στις γνωστικές βάσεις των δύο μεθόδων.

Στην πρώτη μελέτη ζήτησαν από τους ενήλικες που συμμετείχαν να μετατρέψουν τα λεκτικά προβλήματα σε μοντέλα ή σε εξισώσεις. (Lee et al., 2007). Μία πρόκληση που αντιμετώπισαν ήταν να μετατρέψουν προβλήματα τα οποία χρησιμοποιούνται στην τάξη, σε μορφή που είναι κατάλληλη για να χρησιμοποιηθούνε από σαρωτή.

Προβλήματα τα οποία λύνονται στην τάξη ακόμα και κάποια που αφορούν παιδιά των δημοτικών σχολείων κάποιες φορές είναι αρκετά πολύπλοκα και απαιτούν ώρα για την επίλυση τους. Τα παιδιά έχουν πρόσβαση σε μολύβι και χαρτί το οποίο τους βοηθά σαν μία χρήσιμη εξωτερική μνήμη.

Υπάρχουν και κάποιες αίθουσες διδασκαλίας όπου τα προβλήματα λύνονται με τρόπο συνεργατικό. Σχετικά με την απόκτηση εικόνων όπου οι συμμετέχοντες πρέπει να είναι ακίνητοι αλλά και σιωπηλοί για να τις αποκτήσουν, δεν μπόρεσαν να τους παρέχουν το κατάλληλο υποστηρικτικό υλικό μέσα στο σαρωτή. Γι' αυτόν τον λόγο ανέφεραν ότι προηγούμενες μελέτες οι οποίες εξέτασαν αλγεβρικά προβλήματα κατά βάση επικεντρώνονταν μόνο σε αριθμητική μετατροπή.

Στόχος τους ήταν να καταφέρουν να εξετάσουν τις διαφορές που θα προκύπταν από τη χρήση της μεθόδου του μοντέλου σε αντίθεση με αυτή

της συμβολικής μεθόδου για την επίλυση λεκτικών προβλημάτων. Σημαντικό ήταν να καταφέρουν μια ισορροπία ανάμεσα στην εσωτερική και εξωτερική εγκυρότητα, έτσι λοιπόν έκαναν χρήση αρκετά απλών λεκτικών προβλημάτων όπως το παρακάτω.

Ο Κώστας έχει 38 περισσότερα κέικ από το Δημήτρη. Πόσα κέικ έχει ο Κώστας;

Για να απομονωθούν οι διαδικασίες που εμπλέκονται στην μετατροπή των λεκτικών προβλημάτων σε μοντέλα αντίγια τις εξισώσεις υποκρύφθηκε η συνολική ποσότητα. Αυτό αποθάρρυνε αυτούς που συμμετείχαν να προβούν σε υπολογισμούς.

Τα άτομα που συμμετείχαν στη μελέτη είχαν ελεγχθεί από πριν για την επάρκεια τους και στις δύο μεθόδους και επιλέχθηκαν εκείνοι μόνο οι οποίοι ήταν αρκετά και όμοια άξιοι και ικανοί. Αφού λοιπόν είχαν διασφαλίσει την ισοδυναμία κατάφεραν να συμπεράνουν διαφορές που αφορούσαν την νευρωνική ενεργοποίηση από άποψη των διαδικασιών οι οποίες συμμετείχαν στην εκτέλεση και των δύο μεθόδων και όχι βέβαια διαφορές στη δυσκολία του έργου. Άσχετα αν υπήρχε έλλειψη στις διαφορές συμπεριφοράς παρατήρησαν διαφορές στο βαθμό που οι αυτοί δύο μέθοδοι ενεργοποίησαν περιοχές οι οποίες συνδέονται με την προσήλωση αλλά και τις εργασιακές διαδικασίες της μνήμης.

Συγκεκριμένα η μετατροπή των λεκτικών προβλημάτων σε αλγεβρική παράσταση απαιτούσε πιο μεγάλη πρόσβαση στις διαδικασίες προσοχής από αυτής που απαιτούσε η μετατροπή τους σε μοντέλα. Ακόμα η συμβολική άλγεβρα ενεργοποίησε το κερκοφόρο που έχει συνδυαστεί με

την ενεργοποίηση διαδικαστικών μεθόδων επεξεργασίας των πληροφοριών (Andersonetal., 2004).

Σε μία ακόμα μελέτη διερεύνησαν το επόμενο στάδιο για την επίλυση των προβλημάτων δηλαδή από τα μοντέλα ή τις εξισώσεις στη λύση. Κάνοντας χρήση των μοντέλων και των εξισώσεων τα οποία προέρχονται από ερωτήσεις και προβλήματα που μοιάζουν με εκείνα της πρώτης μελέτης, ζητήθηκε από τα άτομα τα οποία συμμετείχαν να βρουν ένα τρόπο λύσης και να λύσουν τα προβλήματα. Οι αρχικές αναλύσεις έδειξαν πανομοιότυπο μοτίβο στα ευρήματα και την συμβολική άλγεβρα να ενεργοποιεί περιοχές οι οποίες συνδέονται με την μνήμη εργασίας καθώς και τις διαδικασίες προσοχής. Το ευρήματα που προέκυψαν από αυτές τις δύο μελέτες μας κάνουν να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι για τα απλά αλγεβρικά ερωτήματα οι διαφορές ανάμεσα στις δύο αυτές μεθόδους έχουν ποσοτικό χαρακτήρα και όχι ποιοτικό.

Ακόμα προέκυψε ότι και οι δύο μέθοδοι ενεργοποιούν ίδιες περιοχές του εγκεφάλου παρόλα αυτά η συμβολική άλγεβρα φέρει περισσότερες απαιτήσεις για προσοχή.

4.2. Παιδαγωγικές επιπτώσεις

Λαμβάνοντας σαν δεδομένο ότι η συμβολική άλγεβρα είναι περισσότερο απαιτητική σχετικά με την προσοχή η οποία απαιτείται, στη διδακτέα ύλη είναι θεμιτό να διδάσκεται η μέθοδος μοντέλου στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και να αφιερωθεί η συμβολική άλγεβρα σε μεταγενέστερο στάδιο όπου οι μαθητές θα έχουν ωριμάσει σε γνωστικό επίπεδο περισσότερο.

Είναι βασικό να αναφερθεί ότι για την αξιολόγηση της παρούσας έρευνας σχετικά με τις μελέτες νευροαπεικόνισης, ήταν όλοι όμοια ικανοί και στις δύο μεθόδους και ενήλικες.

Οι ερευνητές πιστεύουν ότι σχετικές διαφορές θα προκύψουν και σε νεότερους μαθητές. Η χρήση της συμβολικής άλγεβρας είναι πιθανό να απαιτήσει μεγαλύτερη προσπάθεια από τους νέους μαθητές. Αυτά βέβαια είναι εμπειρικές υποθέσεις οι οποίες απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση.

Όπως αναφέραμε προηγουμένως μερικοί μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης υιοθέτησαν μια μικτή μέθοδο στρατηγικής για την επίλυση των προβλημάτων της άλγεβρας. Η χρήση της μεικτής μεθόδου από τους μαθητές επιφέρει ανησυχία στους εκπαιδευτικούς διότι η γνώση της συμβολικής άλγεβρας είναι κρίσιμης σημασίας όσον αφορά την επίλυση των μαθηματικών προβλημάτων της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης αλλά και στις επιστήμες.

Στην προσπάθεια να αντιμετωπιστεί αυτό το ζήτημα, το Υπουργείο Παιδείας της Σιγκαπούρης αλλά και το Εθνικό Ινστιτούτο Εκπαίδευσης ανέπτυξαν από κοινού το "Algebar". Δηλαδή ένα εργαλείο λογισμικού με σκοπό

- να βοηθήσει τους μαθητές να κάνουν τη σύνδεση μεταξύ της μεθόδου μοντέλου και της συμβολικής άλγεβρας και
- να αποκτήσουν την άμεση αλγεβρική οδό λύσης του προβλήματος.

Στην αντιμετώπιση ενός λεκτικού αλγεβρικού προβλήματος οι φοιτητές που κανονικά θα χρησιμοποιούσαν μια μέθοδο μικτής προσέγγισης καλούνται από το λογισμικό να κατασκευάσουν μια εξίσωση αλγεβρικά

ισοδύναμη κάνοντας την αρχή με τους ορισμούς των μεταβλητών. Σχετικά με το ενσωματωμένο σύστημα αυτοελέγχου έχει την ικανότητα να παρέχει άμεσα ανταπόκριση που θα υποστηρίζει την κατασκευή αλγεβρικών εξισώσεων.

Το δεδομένο λογισμικό δοκιμάστηκε πιλοτικά σε δύο μόνο σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και με τη συμβολή τεσσάρων δασκάλων το 2006. Τα παιδιά που συμμετείχαν ήταν 13 ετών και για πρώτη φορά διδάχθηκαν την συμβολική χειραγώγηση αλλά και τις μετασχηματιστικές δραστηριότητες οι οποίες σχετίζονται με τη συμβολική άλγεβρα.

Δουλεύοντας σε ζευγάρια και κάνοντας χρήση του Algebar είχαν ως σκοπό να επιλύσουν μια σειρά από λεκτικά αλγεβρικά προβλήματα. Οι ερευνητές κιόλας βιντεοσκοπήσανε τις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στα οκτώ ζευγάρια των μαθητών που είχαν δημιουργηθεί. Οι δυαδικές αλληλεπιδράσεις ανέδειξαν ότι οι μαθητές κατάφεραν να δημιουργήσουν μια κατάλληλη αναπαράσταση μοντέλου η οποία ήταν κατασκευασμένη από ένα σύνολο εξισώσεων. Εν συνεχεία βεβαιώθηκαν σχετικά με το πώς πρέπει να προχωρήσουν για την κατασκευή ενός συνόλου ισοδύναμων εξισώσεων που τελικά θα τους οδηγούσαν στη λύση.

Από την πλευρά των εκπαιδευτικών παρατήρησαν ότι χρησιμοποίησαν για την μετάδοση, παραδείγματα για να παραδώσουν το περιεχόμενο.

Δεν εξήγησαν τις απαραίτητες διαδικασίες ώστε να κατασκευάσουν οι μαθητές ένα σύστημα με ισοδύναμες γραμμικές εξισώσεις αλλά είπαν στους μαθητές πώς να μετασχηματίσουν τις ίδιες τις εξισώσεις.

Στις συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν ύστερα από το μάθημα οι εκπαιδευτικοί εξήγησαν ότι η παιδαγωγική τους περιορίστηκε λόγω του λίγου χρόνου που διατέθηκε από το πρόγραμμα σπουδών αναφορικά με τη διδασκαλία της συμβολικής χειραγώγησης και των μετασχηματιστικών δραστηριοτήτων.

Μία βασική ερώτηση η οποία προκύπτει είναι γιατί οι μαθητές βρίσκουν την κατασκευή ενός συστήματος ισοδυνάμων εξισώσεων τόσο δύσκολη. Πιθανός λόγος μπορεί να είναι ότι η παιδαγωγική η οποία χρησιμοποιείται ώστε να διδάξουν στους μαθητές τη συμβολική χειραγώγηση και τις μετασχηματιστικές δραστηριότητες δεν είναι και τόσο ουσιαστική. Επειδή ο χρόνος ο οποίος δαπανήθηκε για την παρουσίαση της άλγεβρας ήταν σχετικά σύντομος, οι μαθητές λόγω πίεσης μπορεί να μην είχαν τον χρόνο που χρειάζονταν ώστε να ελέγξουν τις διαδικασίες.

Με βάση τα ευρήματα των ερευνητών αυτό φαίνεται να είναι ιδιαίτερα προβληματικό. Τα ευρήματα δείχνουν ότι και για τα απλά προβλήματα άλγεβρας, η συμβολική άλγεβρα απαιτεί εντατικά πόρους σχετικά με τη μέθοδο του μοντέλου.

Μια πιθανή λύση μπορεί να είναι το να αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στις εισαγωγικές δραστηριότητες οι οποίες συνδέονται με τη συμβολική άλγεβρα. Στην περίπτωση που οι διαδικασίες οι οποίες σχετίζονται με την κατασκευή ενός συστήματος ισοδυνάμων γραμμικών εξισώσεων καταφέρουν να εξηγηθούν και εν συνεχεία δοκιμαστούν μέχρι να αυτοματοποιηθούν, οι μαθητές υπάρχει περίπτωση να βρουν ευκολότερο το να υιοθετήσουν τη συμβολική διαδρομή για να επιλύσουν το πρόβλημα.

4.3. Συμπεράσματα και προκλήσεις

Οι (Ngetal., 2006) έδωσαν βάση ανάμεσα στα μαθηματικά και τη διδασκαλία των μαθηματικών. Κατέληξαν στα δύο εξής συμπεράσματα:

- 1) πως το να γνωρίζεις το πως εφαρμόζονται συγκεκριμένες μαθηματικές διαδικασίες δεν σημαίνει ότι γνωρίζεις απαραίτητα και τον καλύτερο τρόπο ώστε να τις διδάξεις.
- 2) μια από τις προκλήσεις κατά την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών από τις νευροεπιστήμες είναι το να γεφυρωθεί το χάσμα ανάμεσα στο εργαστήριο και την διδακτική αίθουσα.

Οι αντιδράσεις είναι συχνές όταν από τους εκπαιδευτικούς όταν ακούν ότι η νευροεπιστήμη θα ενημερώσει την εργασία των μαθηματικών εκπαιδευτών. Οι οποίοι ρωτούν αν θα εγκατασταθεί ένα μηχάνημα f-MRI στα σχολεία ώστε να σαρώνουν παιδιά και να καθορίσουν την κατάσταση που βρίσκεται ο εγκέφαλός τους.

Παρ' όλο που η αποτελεσματικότητα της παιδαγωγικής είναι εφικτό να διερευνηθεί σε μια βάση ένας προς ένας, αυτό που πραγματικά λειτουργεί σε μια ατομική ρύθμιση δεν γίνεται να έχει αποτελέσματα στην τάξη.

Ανησυχία υπάρχει σχετικά με το πλαίσιο στο οποίο συμβαίνει η μάθηση, διότι ότι λειτουργεί στο ελεγχόμενο εργαστηριακό περιβάλλον υπάρχει πάντα πιθανότητα να μην μπορεί και να λειτουργήσει στο περιβάλλον της τάξης.

Ακόμα η έρευνα σχετικά με την εκπαίδευσης έχει τονίσει τη σημασία που έχει ο διάλογος στην κοινότητα των εκπαιδευόμενων (Brown &

Campione, 1994). Κάποια από τα προβλήματα τα οποία έχουν εντοπιστεί είναι τεχνικού χαρακτήρα. Εξελίξεις έδειξαν πρόσφατα ότι υπόσχονται φορητότητα και μεγαλύτερη αντοχή στη Μετακίνηση που αφορά τη φασματοσκοπία εγγύς υπέρυθρων αλλά και στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, τα οποία μπορεί να επιτρέψουν νατουραλιστικές εξετάσεις των παιδαγωγικών στρατηγικών.

5. Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η νευροεπιστήμη εκτός από την ομαλή λειτουργία του νευρικού συστήματος, εξετάζει και το τι συμβαίνει όταν οι άνθρωποι παρουσιάζουν νευρολογικές, ψυχιατρικές ή εκφυλιστικές εγκεφαλικές διαταραχές. Αν και η Νευροεπιστήμη, στην ακαδημαϊκή της διάσταση, παραδοσιακά κατατάσσεται ως μία γνωστική υποδιαίρεση της βιολογίας, ωστόσο τελικά στην πράξη προσεγγίζεται ως μία διαθεματική επιστήμη η οποία συνδέει στενά διαφορετικού είδους γνωστικά πεδία, όπως τα μαθηματικά (π.χ. computational neuroscience), τη γλωσσολογία (π.χ. neurolinguistics), την επιστήμη των ηλεκτρονικών υπολογιστών (π.χ. programming, web-developing, artificial intelligence and neuroscience,), τη ψυχολογία (π.χ. cognitive neuroscience, affective neuroscience).

Κάποια Αμερικανικά πανεπιστήμια όπως είναι το Harvard και το Johns Hopkins και άλλα, κατά την πρώτη δεκαετία 2000 είναι σε θέση να προσφέρουν εξειδικεύσεις και πτυχία τα οποία είναι αφιερωμένα στην εκπαιδευτική νευροεπιστήμη ή την νευροεκπαίδευση. Αυτού του είδους οι σπουδές αναζητούν συνδέσμους ανάμεσα στην κατανόηση των εγκεφαλικών διεργασιών και στη διδασκαλία στην τάξη και τις εμπειρίες.

Η νευροεκπαίδευση προσπαθεί να αναλύσει ανάλυση τις βιολογικές αλλαγές οι οποίες παρουσιάζονται στον εγκέφαλο κατά την διάρκεια επεξεργασίας μίας πληροφορίας. Εμφανίζει το περιβάλλον, το συναισθηματικό ή των κοινωνικών καταστάσεων είναι άριστο ώστε να κρατήσει και να αποθηκεύσει μια νέα πληροφορία στον εγκέφαλο, μέσω της διαδικασίας της σύνδεση των νευρώνων, αντί του να επιτρέψει στους δενδρίτες την επαναπορρόφηση και τελικά να απωλέσει την πληροφορία.

Ως δεκαετία του εγκεφάλου χαρακτηρίστηκε το 1990 όπου οι εξελίξεις στην νευροεπιστήμη έλαβαν χώρα με πολύ γρήγορους ρυθμούς. Οι τρεις επικρατέστερες μέθοδοι για μέτρηση εγκεφαλικών δραστηριοτήτων είναι:

- 1) Δυναμικό γεγονότων
- 2) Λειτουργική Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού
- 3) Μαγνητοεγκεφαλογραφία (MEG).

Η ενσωμάτωση αλλά και η εφαρμογή στην εκπαίδευση της γνώσης σχετικά με τον εγκέφαλο δυνάμωσε το 2000 όπου η Αμερικανική ομοσπονδία δασκάλων έκανε δήλωση ότι "Είναι ζωτικό να προσδιοριστεί ποια επιστήμη λέει τον τρόπο μάθησης των ανθρώπων ώστε να βελτιωθεί το εκπαιδευτικό πρόγραμμα σπουδών.

Είναι συναρπαστικό το γεγονός ότι οι σύγχρονες τεχνικές απεικόνισης του εγκεφάλου κάνουν εφικτή την παρατήρηση του εγκεφάλου καθώς αυτός μαθαίνει να εγείρεται. Έτσι παρουσιάζεται το ερώτημα του αν μπορούν τα αποτελέσματα των νευροεπιστημονικών σπουδών των εγκεφάλων κατά την διάρκεια που μαθαίνουν, να πληροφορήσουν ταυτόχρονα με χρήσιμες πληροφορίες για αυτόν τον τομέα.

Παρά το γεγονός ότι είναι νέο το πεδίο της νευροεπιστήμης, οι επιστήμονες περιμένουν ότι με τις νέες τεχνολογίες και τους τρόπους παρατήρησης της μάθησης, τα παραδείγματα σχετικά με αυτά που χρειάζονται οι σπουδαστές αλλά και πώς μαθαίνουν , θα βελτιωθούν μελλοντικά με ενεργά επιστημονικά στοιχεία. Και πιο συγκεκριμένα οι σπουδαστές οι οποίοι μπορεί να έχουν προβλήματα μάθησης, θα διδαχθούν στρατηγικές με περισσότερη αποτελεσματικότητα.

Τα ερωτήματα όμως παραμένουν: Μπορεί η νευροεκπαίδευση στο άμεσο μέλλον να δώσει απαντήσεις στο πως μπορούν οι δάσκαλοι να βελτιώσουν τη διδασκαλία τους; Μπορούν οι νευροεπιστήμονες να βοηθήσουν στην παιδαγωγική πρακτική ή να παρέχουν συγκεκριμένες μεθόδους μάθησης; Η απάντηση σε αυτά τα ερωτήματα πρέπει να είναι σαφής. Αυτή τη χρονική στιγμή τα ευρήματα από τις έρευνες της νευροεπιστήμης δεν έχουν να κάνουν άμεσα με την τάξη των μαθηματικών. Μόλις στις αρχές του 2018 οι νευροεπιστήμονες του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνιας Berkeley, κατάφεραν τοποθετώντας ηλεκτρόδια στο εξωτερικό στρώμα του εγκεφάλου 16 ασθενών να παρακολουθήσουν πως αναπτύχθηκε μία σκέψη μέσα στον εγκέφαλο. Συνεπώς αντιλαμβανόμαστε πόσο μακριά βρισκόμαστε ακόμα, από την άμεση εφαρμογή των αποτελεσμάτων της έρευνας στη διδασκαλία μέσα στη τάξη. Ωστόσο, αυτό δεν πρέπει να αποτρέπει ούτε τους εκπαιδευτικούς, ούτε τους ερευνητές από το να συνεχίσουν να ασχολούνται με την νευροεκπαίδευση και να επεκτείνουν την έρευνα. Οι πρωτοποριακές σκέψεις απαιτούν χρόνο για να ωριμάσουν και να βρουν άμεσες εφαρμογές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Anderson, J. R., Qin, Y., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2004). The relationship of three cortical regions to an information-processing model. *Journal of cognitive neuroscience*, 16(4), 637-653.
- Ansari, D., & Coch, D. (2006). Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience. *Trends in cognitive sciences*, 10(4), 146-151.
- Bandura, A. (2006). Toward a psychology of human agency. *Perspectives on psychological science*, 1(2), 164-180.
- Battro, A. M., Fischer, K. W., & Léna, P. J. (Eds.). (2010). *The educated brain: Essays in neuroeducation*. Cambridge University Press.
- Brown, A. L., & Campione, J. C. (1994). *Guided discovery in a community of learners*. The MIT Press.
- Campbell, S. R. (1998). *Preservice Teachers' Understanding of Elementary Number Theory: Qualitative constructivist research situated within a Kantian framework for understanding educational inquiry*. Burnaby, BC: Simon Fraser University.
- Campbell, S. R. (2002). Constructivism and the limits of Reason: revisiting the Kantian problematic. *Studies in Philosophy and Education*, 21(6), 421-445.
- Campbell, S. R. (2003). Dynamic tracking of elementary preservice teachers' experiences with computer-based mathematics learning environments. *Mathematics Education Research Journal*, 15(1), 70-82.

- Campbell, S. R. (2004). Forward and inverse modelling: Mathematics at the nexus between mind and world. *ICMI study*, 14, 59-64.
- Campbell, S. R. (2010). Embodied minds and dancing brains: New opportunities for research in mathematics education. In *Theories of mathematics education* (pp. 309-331). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Chaudhary, A. (2013). Theories of Teaching. *Education*, 2(3).
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive neuropsychology*, 20(3-6), 487-506.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive neuropsychology*, 20(3-6), 487-506.
- Delazer, M., Ischebeck, A., Domahs, F., Zamarian, L., Koppelstaetter, F., Siedentopf, C. M., ... & Felber, S. (2005). Learning by strategies and learning by drill—evidence from an fMRI study. *Neuroimage*, 25(3), 838-849.
- Ferrari, M. (2009). Piaget's Enduring Contribution to a Science of Consciousness. *Cambridge Companion to Piaget*.
- Fischer, K. W., & Bidell, T. R. (2006). Dynamic development of action and thought. *Handbook of child psychology*, 1, 313-399.
- Geake, J., & Cooper, P. W. (2003). The Educated Brain: The relevance of cognitive neuroscience to educational theory and practice. *Westminster Review of Educational Studies*, 26, 7-20.

- Greenfield, S., & Bacon, G. (Eds.). (1999). *Brainpower: Working Out the Human Mind*. Element Books Limited.
- Hromkovič, J., & Steffen, B. (2011, October). Why teaching informatics in schools is as important as teaching mathematics and natural sciences. In *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives* (pp. 21-30). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kelly, A. (2004). Design research in education: Yes, but is it methodological?. *The journal of the learning sciences*, 13(1), 115-128.
- Khng, K. H., & Lee, K. (2009). Inhibiting interference from prior knowledge: Arithmetic intrusions in algebra word problem solving. *Learning and Individual Differences*, 19(2), 262-268.
- Lee, K., Lim, Z. Y., Yeong, S. H., Ng, S. F., Venkatraman, V., & Chee, M. W. (2007). Strategic differences in algebraic problem solving: Neuroanatomical correlates. *Brain research*, 1155, 163-171.
- Makeig, S. (2010). Commentary on Embodied Minds and Dancing Brains: New opportunities for research in mathematics education. In *Theories of Mathematics Education* (pp. 333-337). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Marini, Z. A., Dane, A. V., & Kennedy, R. E. (2010). Multiple pathways to bullying: Tailoring educational practices to variations in students' temperament and brain function. In *The developmental relations among mind, brain and education* (pp. 257-291). Springer, Dordrecht.
- Myers, D. G., Eid, M., & Larsen, R. (2008). Religion and human flourishing. *The science of subjective well-being*, 323-343.

- Ng, S. F., Lee, K., Ang, S. Y., & Khng, F. (2006). Model Method: Obstacle or bridge to learning symbolic algebra. In *Redesigning pedagogy: Reflections on theory and praxis* (pp. 227-242). Sense Publishers.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2002). *Understanding the brain: Towards a new learning science*. OECD Publishing.
- Rosch, E. (2008). Beginner's mind: Paths to the wisdom that is not learned. In *Teaching for wisdom* (pp. 135-162). Springer, Dordrecht.
- Smith, M. K. (2002). Jerome S. Bruner and the process of education. *The encyclopedia of informal education*.
- Sylva, K. (1994). School influences on children's development. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 35(1), 135-170.
- Turkeltaub, P. E., Gareau, L., Flowers, D. L., Zeffiro, T. A., & Eden, G. F. (2003). Development of neural mechanisms for reading. *Nature neuroscience*, 6(7), 767.
- Varela, F., & Thompson, E. E. Rosch. 1991. *The embodied mind: cognitive science and human experience*.
- Zazkis, R., & Campbell, S. R. (Eds.). (2006). *Number theory in mathematics education: Perspectives and prospects*. Psychology Press.
- Μακράκης, Β. (2000). Υπερμέσα στην Εκπαίδευση. Μια κοινωνικο-εποικοδομιστική προσέγγιση. Αθήνα: Μεταίχμιο, 658(5).

