

Κεφάλαιο 5. Εποικοδομισμός

Σύνοψη

Ο εποικοδομισμός (*constructivism*) ([Βικιπαίδεια](#), [Wikipedia](#)) είναι μια ιδιαίτερα σημαντική γνωστική θεωρία μάθησης, με ευρύτατες επιπτώσεις στην εκπαίδευση και στη σχεδίαση εκπαιδευτικού λογισμικού. Οι προτάσεις των εποικοδομιστών για ενεργό μάθηση μέσω διάδρασης και επίλυσης «αυθεντικών» προβλημάτων έδωσε το έναυσμα για την κατανόηση του εκπαιδευτικού λογισμικού ως γνωστικού εργαλείου με τη μορφή κυρίως περιβαλλόντων προσομοίωσης, μικρόκοσμων και μοντελοποίησης. Ταυτόχρονα αναπτύχθηκαν παιδαγωγικές ιδέες για τη μάθηση μέσω ανακάλυψης και διερεύνησης. Το κεφάλαιο αυτό παρουσιάζει τα σημαντικότερα στοιχεία που αφορούν τη θεώρηση του εποικοδομισμού, αναλύει τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των λογισμικών τύπου προσομοίωσης-μικρόκοσμου και προσφέρει μια εισαγωγή στη μέθοδο της διερευνητικής μάθησης. Λέξεις-κλειδιά: Εποικοδομισμός, Piaget, Bruner, Ανακαλυπτική/Διερευνητική Μάθηση, Προσομοίωση, Μικρόκοσμος, Μοντελοποιητής, Μάθηση με Προσομοιώσεις.

Προαπαιτούμενη γνώση

Προαπαιτούμενες Γνώσεις: Κεφάλαιο 1 (Βασικές έννοιες & ορισμοί), Κεφάλαιο 3 (Γνωσιακές Θεωρίες)

5.1. Ιστορικά Στοιχεία και Θεμελιωτές

Ίσως ως πρώτος εποικοδομιστής μπορεί να θεωρηθεί στην αρχαιότητα ο Σωκράτης (470-399 π.Χ.), εισηγητής της μαιευτικής μεθόδου. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, ο Σωκράτης διαλέγεται με τον συνομιλητή του, προσποιούμενος αρχικά άγνοια για το θέμα. Ταυτόχρονα, με κατάλληλες ερωτήσεις καθοδηγεί τον συνομιλητή (και ίσως και μαθητή του) να οικοδομήσει ο ίδιος και να συνειδητοποιήσει τη γνώση και κατανόηση που διαθέτει για τη βαθύτερη αλήθεια των πραγμάτων ([Βικιπαίδεια](#), [Wikipedia](#)).

Σύγχρονοι λόγιοι και ερευνητές που θεωρούνται ως οι σημαντικότεροι θεμελιωτές της εποικοδομικής θεώρησης είναι:

- John Dewey (1859-1952): Αμερικανός φιλόσοφος και θεωρητικός της εκπαίδευσης,
- Jean Piaget (1896-1980): Ελβετός ψυχολόγος της ανάπτυξης και φιλόσοφος,
- Jerome Bruner (1915-): Αμερικανός ψυχολόγος και θεωρητικός της εκπαίδευσης,
- Seymour Papert (1928-): Αμερικανός μαθηματικός, πληροφορικός και εκπαιδευτικός. Στον Papert αποδίδεται η ιδιαίτερη θεώρηση του Κονστραξιονισμού (Constructionism) (*Περισσότερα για τον Papert και το έργο του παρουσιάζουμε στο κεφάλαιο 8*).

Η θεωρία –στην κλασική της εκδοχή– έχει τις ρίζες της στο ερευνητικό έργο των Piaget (γενετική επιστημολογία) και Bruner (γνωστική και εκπαιδευτική ψυχολογία), και θεμελιώνεται πάνω στην κεντρική ιδέα πως η νέα γνώση οικοδομείται (*constructed*) από τον ίδιο τον μαθητή, όταν έχει νέες εμπειρίες και προσπαθεί να ενσωματώσει τη νέα πληροφορία στο γνωστικό του δυναμικό. Έτσι, βασικό μότο του εποικοδομισμού για την εκπαίδευση είναι ο ενεργός ρόλος του μαθητή ως δημιουργού της ίδιας του της γνώσης.

Γενικά, ο εποικοδομισμός θα πρέπει να θεωρείται ως μια «θεωρία-ομπρέλα» η οποία στεγάζει πολλές επιμέρους ειδικότερες θεωρήσεις. Μια χαρακτηριστική διάκριση γίνεται μεταξύ των ριζοσπαστών εποικοδομιστών (*radical constructivists*) και των μετριοπαθών (*moderate constructivists*) (van den Belt, 2003· Karagiorgi & Symeou, 2005). Οι πρώτοι τονίζουν ισχυρά πως η γνώση δεν είναι μια δομή που μεταφέρεται από το ένα μυαλό στο άλλο, αλλά εναπόκειται στο κάθε ξεχωριστό άτομο/μαθητή να οικοδομήσει εκείνες τις ερμηνείες των εμπειριών του που θεωρεί ως αξιόλογες και βιώσιμες (με την έννοια ότι προσφέρουν μια ικανοποιητική θεώρηση του κόσμου). Επεκτείνοντας την εποικοδομική οπτική, οι ριζοσπάστες θεωρούν πως κάθε κοινωνική (*social*), γνωστική (*cognitive*) και φυσική (*natural*) δομή που αντιλαμβανόμαστε είναι τελικά προϊόν μιας διαδικασίας εποικοδόμησης, δηλ. εντέλει κατασκευής της από τον άνθρωπο και όχι κάτι ρεαλιστικό που μπορεί να υπάρχει έξω από τη διαδικασία εποικοδόμησης. Έτσι, οι ριζοσπάστες αμφισβητούν συνήθως και την καθοδήγηση από πλευράς δασκάλου, καθώς αυτό οδηγεί τον μαθητή στην οικοδόμηση του νοήματος που έχει ήδη οικοδομήσει και προωθεί ο δάσκαλος. Σημαντικότερος εκπρόσωπός του ριζοσπαστικού εποικοδομισμού ([Wikipedia](#), [EduTech Wiki](#)) θεωρείται ο Ernst von Glasersfeld ([Wikipedia](#)). Η συνηθισμένη κριτική απέναντι στους ριζοσπάστες εποικοδομιστές είναι πως

καταλήγουν στον σχετικισμό (relativism) (Βικιπαίδεια, Wikipedia), αφού εντέλει ο κάθε άνθρωπος φαίνεται να οικοδομεί τη δική του κατανόηση για τον κόσμο, άρα μια σχετική αλήθεια ικανοποιητική για τον ίδιο.

Οι μετριοπαθείς εποικοδομιστές, αντίθετα, αναζητούν περισσότερο τις ισορροπίες ανάμεσα στη διαδικασία οικοδόμησης γνώσης και στον κοινωνικό χαρακτήρα της γνώσης, θεωρώντας πως η κοινότητα (δηλ. μια κοινωνική οντότητα εξωτερική της διαδικασίας οικοδόμησης) δημιουργεί και επιβάλλει φίλτρα αξιολόγησης της οικοδομούμενης γνώσης, με τελικό στόχο την «επιβίωση» εκείνων των γνώσεων που επιλύουν με ικανοποιητικό τρόπο τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η κοινότητα μια δεδομένη ιστορική στιγμή (Karagiorgi & Symeou, 2005). Μέσα από την οπτική των μετριοπαθών εποικοδομιστών, ο εποικοδομισμός είναι ευκολότερο να οδηγήσει στη διατύπωση διδακτικών μοντέλων πρακτικά εφαρμόσιμων στην εκπαίδευση. Δύο σημαντικά τέτοια μοντέλα είναι:

- Ανακαλυπτική/Διερευνητική μάθηση (Discovery/Inquiry-based learning), όπου ο μαθητής οικοδομεί τη γνώση, αλληλεπιδρώντας διερευνητικά με το περιβάλλον του, ώστε να καταλήξει σε σημαντικά συμπεράσματα, κάνοντας συνήθως και χρήση λογισμικών τύπου προσομοίωσης, μικρόκοσμοι ή μοντελοποίησης.
- Μάθηση με ανάπτυξη έργου (project-based learning), όπου οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες, ώστε να οικοδομήσουν γνώσεις μέσα από την ανάπτυξη και ολοκλήρωση ενός έργου (project), κάνοντας χρήση –σήμερα πλέον– και ψηφιακών τεχνολογιών.

Σε σχέση με την τεχνολογία, χαρακτηριστική θέση του εποικοδομισμού είναι η κατανόηση του εκπαιδευτικού λογισμικού ως «γνωστικού εργαλείου» (cognitive tool), δηλ. ως εργαλείου υποβοήθησης και επέκτασης της σκέψης του μαθητή στην πορεία οικοδόμησης γνώσης και όχι απλώς ως εργαλείου παροχής έτοιμων γνώσεων και σχετικών ασκήσεων, όπως προσεγγίζεται μέσα από τη συμπεριφοριστική –κυρίως– προσέγγιση.

Η ονομασία στα Ελληνικά: ο όρος constructivism έχει αποδοθεί στα Ελληνικά και ως «εποικοδομητισμός». Άλλες αποδόσεις του όρου είναι: δομητισμός, οικοδομισμός, κονστρουκτιβισμός. Δεν πρέπει να γίνεται σύγχυση με τον όρο structuralism, ο οποίος στα ελληνικά έχει αποδοθεί ως «δομισμός». Στο βιβλίο αυτό χρησιμοποιούμε τον όρο «εποικοδομισμός» που είναι απλούστερη και βοηθά ώστε να υπάρχει σαφής διάκριση της θεωρίας από τον όρο «εποικοδομητικός» που χρησιμοποιούμε στην καθημερινότητα, π.χ. *εποικοδομητική συζήτηση*.

5.1.1. John Dewey (1859-1952)

Ο John Dewey ([Βικιπαίδεια](#), [Wikipedia](#)) θεωρεί ότι η εκπαίδευση πρέπει να βασίζεται και να επεκτείνει την εμπειρία. Οι μέθοδοι εκπαίδευσης πρέπει να ενθαρρύνουν τη διερεύνηση, τη δημιουργική σκέψη, τον αναστοχασμό (reflection) και την οικοδόμηση της γνώσης. Απαραίτητη για τη μάθηση είναι η διάδραση (interaction) με το περιβάλλον.

Δίδαξε σε πολλά πανεπιστήμια και πριν τον θάνατό του, το 1952, είχε κερδίσει τη διεθνή αναγνώριση για την πραγματιστική του προσέγγιση στη φιλοσοφία, στην ψυχολογία και στη φιλελεύθερη πολιτική. Το όνομά του συνδέθηκε στενά με την έννοια της «προοδευτικής εκπαίδευσης» (progressive education, [Wikipedia](#)), μιας ρηξικέλευθης για την εποχή της (τέλη του 19^{ου} αιώνα) παιδαγωγικής προσέγγισης με έμφαση στη μάθηση με εμπειρικό τρόπο (learning by doing, hands-on projects), στη σύνδεση με την επιχειρηματικότητα, στην επίλυση προβλημάτων και στην κριτική σκέψη. Οι βασικές ιδέες του μπορούν να συνοψιστούν λιτά ως εξής:

- Πιο στενή σχέση ανάμεσα στο σχολείο και στις δραστηριότητες εκτός σχολείου.
- Διδασκαλία με επίκεντρο τον μαθητή και όχι τη διδακτέα ύλη.
- Η εκπαίδευση δεν είναι προετοιμασία για τη ζωή, είναι η ίδια η ζωή.
- Απόρριψη του φεραλισμού που χαρακτηρίζει τη χωρισμένη σε τάξεις βασική εκπαίδευση και τα προγράμματά της.

5.1.2. Jean Piaget (1896-1980)

Ο Jean Piaget ([Βικιπαίδεια](#), [Wikipedia](#)) ήταν Ελβετός ψυχολόγος, ο οποίος έγινε γνωστός για τις επιστημολογικές μελέτες του σχετικά με την ανάπτυξη των παιδιών. Από τις σημαντικότερες συνεισφορές του υπήρξε το μοντέλο των 4 σταδίων για τη γνωστική ανάπτυξη του νέου ανθρώπου (Kitchener, 1986). Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό ([Βικιπαίδεια](#), [SimplyPsychology](#)), ο νέος οργανισμός κατά την ανάπτυξή του –και όσον αφορά τις γνωστικές του ικανότητες– περνά από 4 χαρακτηριστικά στάδια:

(α) Αισθησιοκινητικό στάδιο (sensorimotor) (γέννηση – 2 ετών)

Στο στάδιο αυτό τα αντανακλαστικά του βρέφους και η ικανότητα της κίνησης αποτελούν τη βάση για την ανάπτυξη εκούσιων δραστηριοτήτων. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται τα πρώτα γνωστικά σχήματα (αισθησιοκινητικά). Το παιδί είναι σε θέση να διαφοροποιήσει τον εαυτό του από τα αντικείμενα και άλλα πράγματα και να καταλάβει ότι τα πράγματα συνεχίζουν να υπάρχουν, ακόμη και αν το αντικείμενο χαθεί από το οπτικό του πεδίο.

(β) Προλειτουργικό-προσυλλογιστικό (2-6) (Preoperational) (νηπιακή ηλικία)

Στο στάδιο αυτό αναπτύσσεται η γλώσσα του συμβολισμού και των εσωτερικών αναπαραστάσεων. Το παιδί σκέφτεται με βάση το αντιληπτικά επικρατέστερο στοιχείο στο περιβάλλον του. Είναι σκέψη εγωκεντρική, καθώς αντιλαμβάνεται το περιβάλλον μέσα από τη δική του προοπτική. Αναπτύσσει την ικανότητα να εντοπίζει αντικείμενα (ή ομάδες αυτών) με βάση ένα μοναδικό χαρακτηριστικό τους. Για παράδειγμα, αν υπάρχουν αρκετές μπάλες διαφόρων χρωμάτων, το παιδί είναι σε θέση να εντοπίσει όλες τις κόκκινες μπάλες ή τις μαύρες μπάλες, βασισμένο σε ένα και μόνο χαρακτηριστικό, το χρώμα του (ανεξάρτητα π.χ. από το μέγεθος).

(γ) Συγκεκριμένες λειτουργίες – Λογική σκέψη (Concrete operations) (6-12) (παιδική ηλικία)

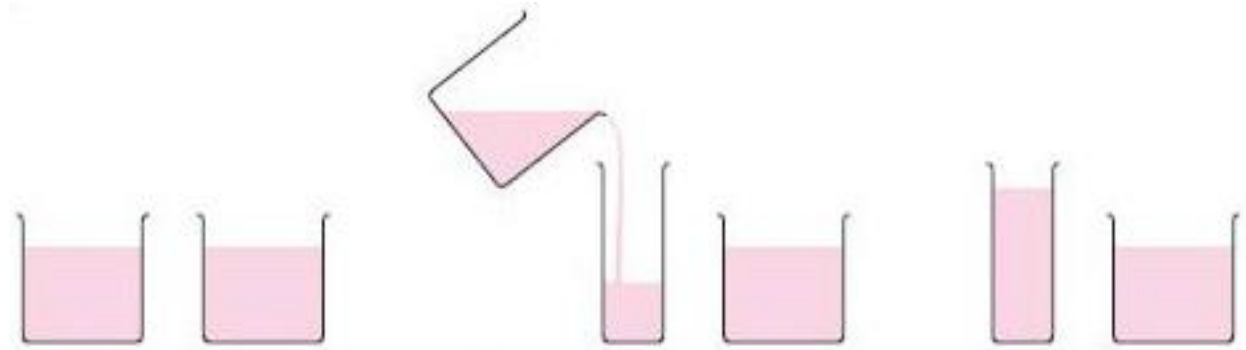
Στο στάδιο αυτό τα παιδιά κατακτούν τη λογική σκέψη, όχι όμως και την πλήρως αφηρημένη σκέψη. Λαμβάνουν υπόψη τους τόσο διαφορετικές παραμέτρους όσο και τους άλλους (δηλ. υποχωρεί η εγωκεντρική σκέψη). Κατανοούν καλύτερα την κατάταξη των αντικειμένων με βάση πολλούς παράγοντες όπως το ύψος, το βάρος, το σχήμα, το μέγεθος κ.λπ. Είναι σε θέση να κατανοήσουν τους αριθμούς, το βάρος και άλλα φυσικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων.

(δ) Τυπική/Αφαιρετική λογική σκέψη (formal operations) (12-τέλος της εφηβείας).

Στο τελικό αυτό στάδιο αναπτύσσεται πλήρως η λογική και αφηρημένη σκέψη. Οι έφηβοι πλέον είναι σε θέση να σκέφτονται αφηρημένα θέματα, ανάλογα με το επίπεδο ωριμότητας που έχει αποκτηθεί. Ασχολούνται με θέματα του μέλλοντος, ιδεολογίες, πειθαρχία, σωστό, λάθος και την ηθική. Αποδέχονται ότι οι κοινωνικοί κανόνες πρέπει να τηρούνται, αλλά, καθώς μεγαλώνουν, αντιλαμβάνονται ότι οι κοινωνικοί κανόνες μπορούν να είναι διαπραγματεύσιμοι.

Ένα κλασικό «Πιαζετιανό» πείραμα

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν τα –διάσημα πλέον– πειράματα που έκανε ο Piaget ώστε να καταδείξει την εξέλιξη των γνωστικών ικανοτήτων των παιδιών. Ένα παράδειγμα είναι το εξής:



Εικόνα 5.1 Οι δύο φάσεις ενός κλασικού πειράματος «τύπου Piaget»

- Α φάση (αριστερά): Στο παιδί παρουσιάζονται δύο ίδια δοχεία που περιέχουν την ίδια ποσότητα υγρού (ίδιο ύψος υγρού). Το παιδί ερωτάται: «Ποιο δοχείο έχει περισσότερο υγρό;». Το παιδί απαντά: «Το ίδιο» και το δικαιολογεί δείχνοντας την ίδια στάθμη του υγρού στα δοχεία.
- Β φάση (δεξιά): Ο πειραματιστής μεταφέρει το περιεχόμενο του ενός δοχείου σε άλλο διαφορετικού σχήματος (π.χ. υψηλότερος σωλήνας – η στάθμη τώρα του υγρού είναι σε υψηλότερο σημείο). Το παιδί ερωτάται πάλι: «Ποιο δοχείο έχει τώρα περισσότερο υγρό;». Ανάλογα με το στάδιο ωριμότητας του παιδιού (προλειτουργικό στάδιο ή συγκεκριμένη λογική σκέψη), το παιδί μπορεί να απαντήσει ότι τώρα το υγρό στο υψηλό δοχείο είναι περισσότερο (εάν

δεν έχει κατακτήσει ακόμη την ικανότητα διατήρησης της έννοιας της ποσότητας). (Δείτε σχετικό [Youtube video](#))

Μηχανισμοί μάθησης: Αφομοίωση και Συμμόρφωση

Κατά τον Piaget, ο αναπτυσσόμενος οργανισμός προσαρμόζεται συνεχώς σε ένα περιβάλλον που τον προκαλεί με τις μεταβολές του να διαμορφώνει ένα συνεχώς βελτιούμενο σύστημα γνώσεων και εσωτερικών αναπαραστάσεων, ώστε να ανταποκρίνεται με επιτυχία στα προβλήματα και τις προκλήσεις του περιβάλλοντος (Charman, 1988). Ο Piaget προτείνει ότι ο μηχανισμός αυτής της *προσαρμογής* (adaptation) μπορεί να λειτουργήσει με δύο τρόπους, δηλ. δύο διακριτές λειτουργίες που ενεργοποιούνται ανάλογα με το πώς εξυπηρετεί τον άνθρωπο να οικοδομήσει νέα γνώση. Τις λειτουργίες αυτές τις ονομάζει *αφομοίωση* (assimilation) και *συμμόρφωση* (accommodation) ([SimplyPsychology](#)).

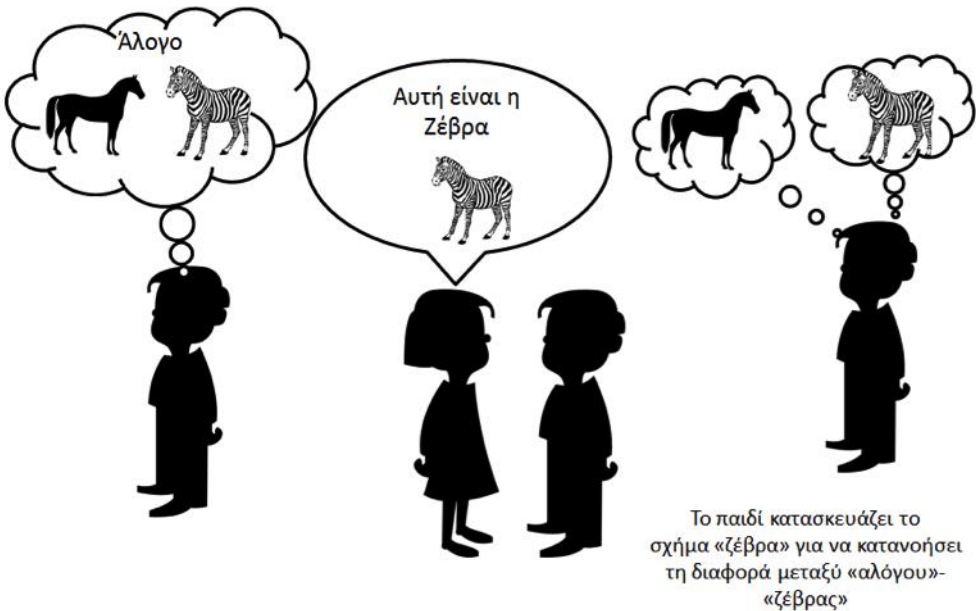
Η *αφομοίωση* συμβαίνει όταν το παιδί προσαρμόζεται με τρόπο ώστε να αφομοιώνει τη νέα εμπειρία (νέο γεγονός, νέα πληροφορία κ.λπ.) σε ένα *σχήμα γνώσης* που ήδη διαθέτει. Δηλ. οι νέες εμπειρίες (πληροφορίες κ.λπ.) αφομοιώνονται σε σχήματα που ήδη έχει αναπτύξει το άτομο με βάση προηγούμενες εμπειρίες (προϋπάρχοντα σχήματα). Παράδειγμα αφομοίωσης:



Εικόνα 5.2 Σχηματικό παράδειγμα της διαδικασίας αφομοίωσης κατά τον Piaget

Το παιδί βλέπει τη ζέβρα, και κάποιος του εξηγεί πως πρόκειται για ένα ακόμη θηλαστικό. Το παιδί αφομοιώνει το σχήμα «ζέβρα» στο προϋπάρχον σχήμα «θηλαστικό».

Η *συμμόρφωση* είναι η ενέργεια του ατόμου να τροποποιήσει τα σχήματα γνώσης (να τα «συμμορφώσει»), ώστε να μπορούν να ερμηνεύουν τα νέα εξωτερικά φαινόμενα (τη νέα πληροφορία κ.λπ.). Δηλ. το άτομο οικοδομεί νέα νοητικά σχήματα, καθώς οι νέες πληροφορίες φαίνεται να μην μπορούν να αφομοιωθούν σε προϋπάρχον σχήμα και απαιτούν την οικοδόμηση νέων σχημάτων για να ερμηνευθούν μέσα σε ένα συνεπές εννοιολογικό πλαίσιο κατανόησης. Παράδειγμα συμμόρφωσης:



Εικόνα 5.3 Σχηματικό παράδειγμα της διαδικασίας συμμόρφωσης κατά τον Piaget

Το παιδί βλέπει τη ζέβρα και τη θεωρεί «Άλογο». Κάποιος του εξηγεί πως πρόκειται για διαφορετικό ζώο. Το παιδί συμμορφώνει τα σχήματα που διαθέτει, δηλ. οικοδομεί ένα νέο σχήμα «ζέβρα», ώστε να συμπεριλάβει τη διαφορά μεταξύ αλόγου-ζέβρας.

Σχήμα (schema)

Στον εποικοδομισμό, ο όρος «σχήμα» (schema, πληθ. schemata ή schemas) περιγράφει μια μορφή δομής γνώσης, ένα είδος οργανωτικής μονάδας της κατανόησής μας για τις οντότητες του κόσμου. Ένα σχήμα είναι μια νοητική δομή που οικοδομούμε για να συνδέσουμε σχετικές έννοιες μεταξύ τους, να κατανοήσουμε και να περιγράψουμε τον κόσμο (αντικείμενα, συμπεριφορές, γεγονότα, σχέσεις κ.λπ.). Ένα σχήμα αναπτύσσεται με ευέλικτο τρόπο (δηλ. μεταβάλλεται και προσαρμόζεται εύκολα) καθώς αλληλεπιδρούμε με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον ([SimplyPsychology](#), [Wikipedia](#)).

Π.χ. ένα παιδί 3 ετών που πιστεύει πως ο Ήλιος είναι «ζωντανός» ερμηνεύει την κίνηση του Ήλιου με ένα σχήμα για την έννοια «ζωντανός», σύμφωνα με το οποίο «ζωντανό είναι καθετί που κινείται» – άρα, αφού ο Ήλιος κινείται (ανατολή-δύση κ.λπ.), είναι ζωντανός. Καθώς το παιδί αποκτά περισσότερες εμπειρίες για το σχήμα «ζωντανός», το μεταβάλλει προσθέτοντας το στοιχείο πως «ζωντανό είναι κάτι που αναπνέει». Σύμφωνα με ένα τέτοιο σχήμα ο ήλιος παύει να είναι «ζωντανός». Άρα τα σχήματα συνεχώς αναθεωρούνται, επεκτείνονται, εμπλουτίζονται καθώς το παιδί αποκτά νέες εμπειρίες και οικοδομεί την κατανόησή του για τον κόσμο. Η έννοια «σχήμα» εισήχθη από τον Piaget (1928) και διαδόθηκε και μέσω του έργου του Βρετανού ψυχολόγου Bartlett (1932). Επεκτάθηκε σε ολοκληρωμένη θεωρία από τον εκπαιδευτικό ψυχολόγο R. C. Anderson (1977). Δείτε τον J. Piaget να εξηγεί τις απόψεις του ([Youtube video](#)).

5.1.3. Jerome Bruner (1915-)

Ο Jerome Bruner ([Βικιπαίδεια](#), [Wikipedia](#)) είναι Αμερικανός ψυχολόγος με σημαντική συνεισφορά στη γνωστική ψυχολογία, στις γνωσιακές θεωρίες μάθησης, στην εκπαιδευτική ψυχολογία, ιστορία και φιλοσοφία της εκπαίδευσης.

Ο Bruner –όπως και ο Piaget– θεωρεί τα παιδιά ως ενεργά υποκείμενα που οικοδομούν τη γνώση τους. Όμως –αντίθετα με τον Piaget– δεν υιοθετεί την άποψη πως ό,τι διδάσκεται στα παιδιά πρέπει να περιορίζεται με βάση το επίπεδο ανάπτυξης του παιδιού. Ο Bruner υποστηρίζει πως τα παιδιά, ανεξαρτήτως ηλικίας, είναι σε θέση πάντα να κατανοήσουν και σύνθετα αντικείμενα, αν αυτά τους παρουσιαστούν με κατάλληλα προσαρμοσμένο

τρόπο. Με δικά του λόγια: «[...] κάθε αντικείμενο μπορεί να διδαχτεί αποτελεσματικά σε μια διανοητικά τίμια μορφή σε κάθε παιδί και σε κάθε επίπεδο ανάπτυξης» (Bruner, 1960, σ. 33). Εμβαθύνει στην άποψη αυτή, εισάγοντας την έννοια του «σπειροειδούς προγράμματος σπουδών» (spiral curriculum), σύμφωνα με την οποία οι περισσότερες σύνθετες γνώσεις και πληροφορίες μπορούν να παρουσιαστούν σε απλούστερη μορφή αρχικά και στη συνέχεια (καθώς το παιδί ωριμάζει) να ξαναδιδαστούν με περισσότερο σύνθετη μορφή κ.λπ. Ιδανικά, μια τέτοια προσέγγιση, κατά τον Bruner, θα πρέπει σταδιακά να ενισχύει και την ικανότητα των παιδιών να επιλύουν προβλήματα αυτοδύναμα, δηλ. να αναπτύσσουν ικανοποιητικά τις δεξιότητές τους για επίλυση προβλημάτων.

Ταυτόχρονα, ο Bruner διευρύνει το πλαίσιο ανάλυσης της μάθησης περισσότερο από τη γενετικά κατευθυνόμενη οπτική του Piaget, τονίζοντας τον ρόλο των έμπειρων συνεργατών στην αλληλεπίδραση με τον μαθητή. Ο Bruner εισάγει τον όρο «scaffolding» (σκαλωσιά, υποβοήθηση) (Wood et al., 1976) για να περιγράψει την ιδιαίτερη διάδραση δασκάλου-μαθητή, όπου ο πρώτος δημιουργεί προσωρινά βοηθήματα (σκαλωσιές) για τον δεύτερο, για να τον υποστηρίξει στις δυσκολίες που αντιμετωπίζει στην επίλυση ενός προβλήματος, μέχρι ο μαθητής να αναπτύξει την ικανότητα αυτοδύναμης επίλυσης ([Wikipedia](#)). Ο ίδιος ο Bruner (1978) περιγράφει την υποβοήθηση ως «τις ρυθμίσεις που εφαρμόζει ο δάσκαλος ώστε να μειώσει τους βαθμούς ελευθερίας κατά την επίλυση ενός προβλήματος από τον μαθητή, ώστε το παιδί να εστιάζει αποτελεσματικότερα στη δεξιότητα/γνώση που προσπαθεί να αναπτύξει». Η έννοια της υποβοήθησης (scaffolding) βρίσκεται πολύ κοντά στην περιγραφή του Vygotsky για την υποστήριξη του μαθητή με διδασκαλία μέσα στη «ζώνης επικείμενης ανάπτυξης» (δείτε σχετικά το επόμενο κεφάλαιο 6) και πολλές φορές ταυτίζεται μαζί της.

Η θέση του Bruner πως στόχος της εκπαίδευσης είναι να αναπτύσσει τις δεξιότητες επίλυσης προβλήματος των παιδιών τον οδηγεί σε μία από τις σημαντικότερες συνεισφορές του: το διδακτικό μοντέλο με την ονομασία *ανακαλυπτική μάθηση* (discovery learning) ([Wikipedia](#)). Το άρθρο του «The act of discovery» (Bruner, 1961) ([το άρθρο σε μορφή pdf](#)) θεωρείται πως έθεσε τα θεμέλια του μοντέλου της ανακαλυπτικής μάθησης. Το διδακτικό μοντέλο βασίζεται στις ιδέες του εποικοδομισμού για την ενεργή οικοδόμηση της γνώσης και προτείνει ότι η μάθηση μπορεί και πρέπει να γίνεται καθώς ο μαθητής καθοδηγείται στην ανακάλυψη νέας γνώσης μέσα από κατάλληλη διερεύνηση καταστάσεων (π.χ. εκτέλεση πειραμάτων σαν να ήταν επιστήμονας) και την ερμηνεία των σχετικών αποτελεσμάτων.

Η μέθοδος της ανακαλυπτικής μάθησης συνήθως περιγράφεται ως μία μορφή διερεύνησης, δηλ. μάθησης μέσω διατύπωσης κατάλληλων ερωτημάτων ώστε να ανακαλυφθεί νέα γνώση. Καθώς οι δύο όροι σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται ως ταυτόσημοι θα χρησιμοποιήσουμε στη συνέχεια (και εφόσον δεν γίνεται συσχέτιση με το έργο του Bruner) μόνο τον όρο «*διερευνητική μάθηση*» (inquiry-based learning) ([Wikipedia](#), [EduTech Wiki](#)). Αξίζει όμως να θυμάται κανείς ότι η ανακαλυπτική και η διερευνητική μάθηση δεν είναι ακριβώς το ίδιο, καθώς οι μαθητές ανακαλύπτουν μεν νέα γνώση μέσω τεχνικών διερεύνησης, αλλά η ανακάλυψη δεν είναι και ο μόνος μηχανισμός της διερευνητικής μάθησης.

Το μοντέλο της ανακαλυπτικής/διερευνητικής μάθησης αποτελεί για την εκπαίδευση έναν παραγωγικό μετασχηματισμό της θεωρίας του εποικοδομισμού προς την κατεύθυνση του να διατυπωθούν συνεπείς διδακτικές προδιαγραφές. Η προσέγγιση όμως αυτή έχει δεχτεί ισχυρή κριτική όσον αφορά το επίπεδο της μάθησης στο οποίο οδηγεί, ειδικά όταν προτείνει πως οι μαθητές θα πρέπει να αφεθούν ελεύθεροι (ή με ελάχιστη καθοδήγηση από τον δάσκαλο) να οικοδομήσουν νέες γνώσεις μέσω διερεύνησης. Ο ίδιος ο Bruner προειδοποίησε ότι η ανακαλυπτική μάθηση δεν μπορεί να εφαρμοστεί αν προηγουμένως ο μαθητής δεν έχει αναπτύξει κάποια βασική γνώση για το αντικείμενο μάθησης (Alfieri et al., 2011). Το ζήτημα αυτό –ιδιαίτερα σημαντικό για την τεχνολογικά υποστηριζόμενη μάθηση– αναλύεται εκτενέστερα παρακάτω στην ενότητα 5.6.

Δείτε περισσότερα για το έργο του Bruner στο [Principles of Learning Blog](#).

5.2. Προτάσεις για την Εκπαίδευση και ο ρόλος του εκπαιδευτικού λογισμικού

5.2.1. Προτάσεις

Ο μετασχηματισμός των προτάσεων του εποικοδομισμού σε συνεπές διδακτικό μοντέλο δεν είναι μια απλή διαδικασία, καθώς ο εποικοδομισμός είναι μια πολυσύνθετη θεωρία μάθησης που εισάγει καινοτόμες ιδέες εκπαίδευσης σε σχέση με τις καθιερωμένες πρακτικές διδακτικής σχεδίασης (Karagiorgi & Symeou, 2005). Ένας αποδοτικός τρόπος για να αρχίσει κανείς να σκέφτεται πιο συγκεκριμένα για τις διδακτικές προτάσεις του εποικοδομισμού είναι να προσδιορίσει τις σημαντικές έννοιες-κλειδιά της θεωρίας (Gros, 2002), οι οποίες μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

Ενεργός μάθηση (Active learning):

Κατά τους εποικοδομιστές η μάθηση είναι μια ενεργός (active) διαδικασία προσωπικής οικοδόμησης νοήματος (construction of meaning) μέσω εμπειριών. Κάθε μαθητής οικοδομεί τη δική του κατανόηση και γνώση για τον κόσμο, και αυτή η κατανόηση οδηγεί και σε καινοτόμες θεωρήσεις για τον ρόλο του δασκάλου. Ο δάσκαλος δεν είναι πλέον ο πάροχος της μίας και μοναδικής αληθινής γνώσης αλλά κυρίως ένας «διευκολυντής» (facilitator) με βασικό καθήκον τη δημιουργία συνθηκών μάθησης που ευνοούν την ενεργό εμπλοκή και παραγωγική αλληλεπίδραση των μαθητών. Έτσι, η πρόταση για ενεργό μάθηση καθοδηγεί τη σχεδίαση δραστηριοτήτων μάθησης όπως: συνεργατική επίλυση προβλημάτων, ανάπτυξη έργων, παιχνίδια μάθησης, δραστηριότητες ανακάλυψης/διερεύνησης γνώσης κ.λπ., όπου πάντοτε ο γενικός στόχος είναι η ενεργός εμπλοκή των μαθητών στην οικοδόμηση γνώσης ([Wikipedia](#)).

Επίλυση αυθεντικών/ρεαλιστικών προβλημάτων (authentic/realistic problems):

Ο εποικοδομισμός προτείνει πως ο μαθητής οικοδομεί χρήσιμα και σημαντικά νοήματα (γνώσεις) όταν έχει την ευκαιρία να διαδράσει με το περιβάλλον (φυσικό και κοινωνικό), προσπαθώντας να βρει λύσεις σε αυθεντικά προβλήματα. Ο όρος «αυθεντικά» (ή ρεαλιστικά) προβλήματα αρχικά παραπέμπει στο είδος των σύνθετων προβλημάτων που αντιμετωπίζουν πραγματικά οι άνθρωποι στην καθημερινότητά τους και όχι σε τεχνητά προβλήματα που κατασκευάστηκαν για να ασκήσουν απλώς τον μαθητή. Ουσιαστικά, όμως, αυθεντικό είναι ένα πρόβλημα για τον μαθητή όταν έχει νόημα για τον ίδιο, καταλαβαίνει τη γενικότερη αξία επίλυσης του προβλήματος, και αναπτύσσει έτσι ισχυρό κίνητρο για να προχωρήσει προς τη λύση του. Ένα τέτοιο πρόβλημα δημιουργεί «γνωστική ανισορροπία» στον μαθητή, δηλ. βιώνει αρχικά την ανεπάρκεια των γνώσεών του για την επίλυση του προβλήματος. Καθώς όμως έχει αναπτύξει ισχυρό κίνητρο για την επίλυση (π.χ. οι μαθητές, δουλεύοντας με το Scratch, θέλουν να αναπτύξουν τα δικά τους βίντεο κλιπ με τις περιπέτειες ή τα παιχνίδια των ηρώων τους), προχωρά σταδιακά προς την κατεύθυνση του να επεκτείνει και να προσαρμόσει τα γνωστικά του σχήματα, άρα να οικοδομήσει νέα γνώση (π.χ. στο Scratch οι μαθητές μαθαίνουν να προγραμματίζουν). Συμπερασματικά, η πρόταση της θεωρίας για «επίλυση αυθεντικών προβλημάτων» μετασχηματίζεται σε διδακτικές σχεδιάσεις που τοποθετούν την επίλυση ενός σύνθετου αυθεντικού προβλήματος στο επίκεντρο της διαδικασίας μάθησης (όπως π.χ. στην προβληματοκεντρική μάθηση, τη μάθηση με ανάπτυξη έργου κ.λπ.) ([Glossary of Education reform](#)).

Μαθησιακή διάδραση (Learning interaction):

Κατά τον εποικοδομισμό, ο μαθητής μαθαίνει (οικοδομεί νέα γνώση) καθώς διαδρά (interact) με το περιβάλλον. Μαθησιακή διάδραση ονομάζουμε κάθε ανταλλαγή πληροφορίας μεταξύ του μαθητή και του φυσικού ή κοινωνικού περιβάλλοντός του, η οποία ενεργοποιεί γνωστικές διεργασίες που υποστηρίζουν την οικοδόμηση γνώσης. Σε πολλές περιπτώσεις, η διάδραση αυτή μπορεί να υλοποιηθεί μέσα στο συνηθισμένο φυσικό περιβάλλον, π.χ. μαθητές που μαθαίνουν αναπτύσσοντας ένα έργο στο πεδίο της βιολογίας ή οικολογίας κ.λπ. Σε άλλες περιπτώσεις αυτό είναι δύσκολο ή ακόμα και επικίνδυνο, π.χ. όταν η εκπαίδευση θα πρέπει να περιλαμβάνει εκτέλεση επικίνδυνων πειραμάτων. Στην απαίτηση του εποικοδομισμού για πλούσια μαθησιακή διάδραση η ψηφιακή τεχνολογία προσφέρει προϊόντα (λογισμικό ή και κατάλληλο υλικό) που υποστηρίζουν αυξημένες δυνατότητες διάδρασης για τους μαθητές. Η οπτική αυτή μετέβαλε την αντίληψη για τον ρόλο του λογισμικού προς την κατεύθυνση του γνωστικού εργαλείου και οδήγησε στην ανάπτυξη λογισμικών τύπου προσομοίωσης, μικρόκοσμων, μοντελοποίησης κ.λπ., όπως θα παρουσιάσουμε εκτενέστερα παρακάτω.

Συνεργασία (Collaboration):

Η κλασική εκδοχή του δομικού (structural) ή γνωστικού (cognitive) ή κλασικού εποικοδομισμού (δηλ. κυρίως οι απόψεις με ρίζες στο έργο του Piaget) εστιάζει ισχυρά στους ψυχολογικούς μηχανισμούς σχετικά με τη νοητική ωρίμανση του ατόμου και την οικοδόμηση γνώσης, ενώ δεν περιλαμβάνει στο πλαίσιο ανάλυσης τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις (social interactions). Η διεύρυνση της μονάδας ανάλυσης ώστε να συμπεριλάβει τις αλληλεπιδράσεις μέσα στην ομάδα-κοινότητα, καθώς και την επίδραση των κοινωνικού τύπου διαδράσεων στην οικοδόμηση γνώσης, έρχεται αργότερα με το έργο ερευνητών όπως οι Doise και Mugny (1988), Bruner (1986) και φυσικά τη ριζοσπαστική κοινωνικο-πολιτισμική θεώρηση που πηγάζει από το έργο του Lev Vygotsky. Σήμερα, η πρόταση για συνεργασία κατά τη μάθηση υλοποιείται στην πράξη με τη μέθοδο της ομαδο-συνεργατικής μάθησης και τη χρήση τεχνολογικών εργαλείων για την υποστήριξή της.

5.2.2. Γνωστικό εργαλείο: ο ρόλος του Εκπαιδευτικού Λογισμικού

Το εκπαιδευτικό λογισμικό στον εποικοδομισμό θεωρείται ως **γνωστικό εργαλείο** (cognitive tool), δηλ. εργαλείο που αποτελεί επέκταση της σκέψης του μαθητή, βοηθά στις γνωστικές λειτουργίες του και τον υποστηρίζει να οικοδομήσει γνώση, καθώς ο μαθητής διερευνά το πρόβλημα με τη βοήθεια και του λογισμικού ([EduTech Wiki](#), [University of Georgia Wiki](#)).

Η ιδέα του λογισμικού ως γνωστικού εργαλείου έρχεται έτσι σε σαφή αντίθεση με την ιδέα του λογισμικού απλώς ως δεξαμενής πληροφορίας και μηχανισμού άσκησης του μαθητή, που είναι χαρακτηριστική ειδικά στον συμπεριφορισμό. Θα πρέπει ακόμη να τονιστεί πως και ο τρόπος χρήσης ενός τεχνολογικού εργαλείου συμβάλλει στο να θεωρηθεί ως «γνωστικό» εργαλείο. Π.χ. λογισμικά ηλεκτρονικής παρουσίασης όταν χρησιμοποιούνται από τον δάσκαλο για παρουσίαση της πληροφορίας θέτουν τον μαθητή σε παθητική θέση (πρόσληψη πληροφορίας), ενώ, όταν χρησιμοποιούνται από τον ίδιο τον μαθητή (ή μικρές ομάδες μαθητών) για παρουσίαση των δικών τους αναπαραστάσεων γνώσης και συμπερασμάτων της διαδικασίας ανακάλυψης γνώσης, θεωρούμε πως λειτουργούν ως γνωστικά εργαλεία.

Η έννοια του γνωστικού εργαλείου προωθεί τη σχεδίαση και κατασκευή του εκπαιδευτικού λογισμικού ως «λογισμικού ανοικτού τύπου», δηλ. λογισμικού που δεν περιλαμβάνουν ενσωματωμένες από την ανάπτυξή τους τις αναπαραστάσεις γνώσης (όπως τα λογισμικά κλειστού τύπου), αλλά επιτρέπουν την προενεργό (proactive) δράση του μαθητή, διευκολύνοντας:

- (α) τη διαμόρφωση των δικών του αναπαραστάσεων στο λογισμικό,
- (β) τη διατύπωση των δικών του ερευνητικών ερωτημάτων με τη βοήθεια του λογισμικού, και
- (γ) τη διάδραση με το λογισμικό για την αποκόμιση απαντήσεων στα ερωτήματά του.

Έτσι το λογισμικό λειτουργεί ως διανοητικός συνεργάτης του μαθητή διευκολύνοντας τη διερεύνηση μιας κατάστασης (π.χ. ο μαθητής εκτελεί σημαντικά για τη μάθηση εναλλακτικά σενάρια (what-if scenarios), επιτρέποντάς του να οικοδομήσει γνώσεις μέσα από τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγει.

5.2.3. Μοντέλο Jonassen

Ο εποικοδομισμός εισάγει στο μαθησιακό σκηνικό μια πλειάδα συσχετιζόμενων παραγόντων που μπορεί σε πρώτη προσέγγιση να δημιουργήσουν σύγχυση στον εκπαιδευτικό και στον μαθητή. Ο Jonassen (1994, 1999) προτείνει ένα συγκεντρωτικό μοντέλο που οργανώνει το μαθησιακό περιβάλλον εποικοδομικού τύπου, εξηγώντας τους βασικούς παράγοντες ως εξής:

Ένα αδόμητο πρόβλημα (ή έργο ή περίπτωση μελέτης κ.λπ.)

Η εκπαίδευση εποικοδομικού τύπου ξεκινά πάντοτε με μια αδόμητη κατάσταση (μπορεί να είναι ένα πρόβλημα, ένα έργο προς ανάπτυξη, μια περίπτωση προς μελέτη κ.λπ.). Ο όρος «αδόμητη» εξηγήθηκε στο κεφάλαιο 3, τονίζοντας πως πρόκειται για μια αρχική κατάσταση προβλήματος, χωρίς μια προφανή ή εύκολη και κοινά αποδεκτή λύση. Φυσικά, δεν πρέπει να είναι ούτε κάποιο πρόβλημα εξαιρετικά δύσκολο στη λύση του, το οποίο να απογοητεύει τους μαθητές. Η αρχική αδόμητη προβληματική κατάσταση πρέπει να δημιουργεί γνωστική ανισορροπία στους μαθητές, ξυπνώντας τους ενδιαφέροντα ερωτήματα, τα οποία να τους γεννούν κίνητρο εμπλοκής στη διαδικασία επίλυσης. Σύμφωνα με τον Jonassen, σε σχέση με την αρχική κατάσταση-πρόβλημα ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να αποφασίσει για τις εξής ρυθμίσεις:

α) Λεπτομέρειες πλαισίου (context): Σε ποιο πλαίσιο ανάλυσης (πληροφορίες, εξηγήσεις, λεπτομέρειες, περιορισμοί κ.λπ.) θα παρουσιαστεί το πρόβλημα στους μαθητές; Ποιες πληροφορίες από το φυσικό, κοινωνικο-οικονομικό κ.λπ. πλαίσιο, μέσα στο οποίο εμφανίζεται το πρόβλημα, θα δοθούν στους μαθητές;

β) Αναπαράσταση (Representation): Τι είδους αναπαραστάσεις θα χρησιμοποιηθούν για την παρουσίαση του προβλήματος; Π.χ. μπορεί η παρουσίαση του προβλήματος να γίνει με μια απλή εξιστόρηση (κείμενο), αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθούν βίντεο κλιπ που προσελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών.

γ) Διαχείριση (Manipulation): Με τι είδους ενέργειες θα μπορούν να διαχειριστούν το πρόβλημα οι μαθητές; Θα κατασκευάσουν ένα προϊόν; Θα συνθέσουν ένα κείμενο; Θα πάρουν κάποιες αποφάσεις; Θα χειριστούν μια προσομοίωση ή εργαλεία εκπαιδευτικής ρομποτικής; Οι δυνατότητες διαχείρισης θα καθορίσουν και τον βαθμό αυθεντικότητας των γνωστικών διεργασιών που θα ενεργοποιήσουν οι μαθητές (δηλ. τον βαθμό ομοιότητας του τρόπου σκέψης-ενεργειών με τις δεξιότητες που αποτελούν στόχο μάθησης).

Σχετικές περιπτώσεις για μελέτη

Στους μαθητές θα πρέπει να δοθεί μαθησιακό υλικό με μορφή περιπτώσεων επίλυσης παρόμοιων προβλημάτων. Στο υλικό αυτό πιθανώς να καθοδηγηθούν οι μαθητές να μελετήσουν καλές ή κακές πρακτικές, ώστε να αναπτύξουν αρχική κατανόηση για το πώς να προσεγγίσουν το δικό τους πρόβλημα.

Πηγές πληροφοριών

Στους μαθητές προσφέρονται σύνδεσμοι προς πληροφορίες που αποτελούν χρήσιμες πηγές και εργαλεία στην πορεία επίλυσης του προβλήματος.

Γνωστικά εργαλεία

Τεχνολογικά εργαλεία (λογισμικό ή και υλικό) που θα λειτουργήσουν ως γνωστικά εργαλεία κατά την αντιμετώπιση του προβλήματος. Τα εργαλεία αυτά θα πρέπει να βοηθήσουν τους μαθητές στο να μοντελοποιήσουν, να εξωτερικεύσουν και να διαχειριστούν αναπαραστάσεις γνώσης. Π.χ. ένα λογισμικό προσομοίωσης φαινομένων φυσικής παρόμοιων με αυτό που περιλαμβάνει το πρόβλημα είναι ένα γνωστικό εργαλείο που διευκολύνει τη μάθηση μέσω διερεύνησης.

Εργαλεία διαλόγου και συνεργασίας

Τεχνολογικά εργαλεία που υποστηρίζουν τον διάλογο και τη συνεργασία ομάδων μαθητών. Το θέμα της συνεργασίας και τέτοιου είδους εργαλεία παρουσιάζονται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο περί κοινωνικού εποικοδομισμού.

Υποστήριξη σχετικά με τις συνθήκες εφαρμογής

Ο παράγοντας αυτός αναφέρεται στη διαχείριση των συνθηκών του περιβάλλοντος της εποικοδομικής εκπαιδευτικής δραστηριότητας (των δυνατοτήτων που προσφέρονται, των περιορισμών που υπάρχουν κατά την εφαρμογή κ.λπ.). Καθώς ο εποικοδομισμός εισάγει καινοτόμες διαδικασίες μάθησης, η υποστήριξη προς τον εκπαιδευτικό και η αποτελεσματική προσαρμογή του εποικοδομικού μοντέλου εκπαίδευσης στις επικρατούσες εκπαιδευτικές συνθήκες (π.χ. στους περιορισμούς και προδιαγραφές που θέτει το σχολείο) συνιστά σημαντικό παράγοντα για την επιτυχία ή αποτυχία της εκπαιδευτικής προσπάθειας.

Ακόμη, το μοντέλο συμπληρώνεται με τις περιγραφές των τριών μορφών υποστήριξης των μαθητών (από τον εκπαιδευτικό ή την τεχνολογία) οι οποίες υλοποιούνται σε ένα περιβάλλον μάθησης εποικοδομικού τύπου και οι οποίες είναι:

A. Μοντελοποίηση (Modeling)

Ο όρος «μοντελοποίηση» αναφέρεται εδώ στις ενέργειες που κάνει ο δάσκαλος ώστε να δείξει στους μαθητές του το «πώς γίνεται κάτι». Κυρίως, αναφέρεται σε δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων (ή και άλλης μορφής δεξιοτήτων) που αρχικά παρουσιάζει ο δάσκαλος στους μαθητές και αποτελούν στόχο μάθησης. Μια χαρακτηριστική τεχνική για τη μοντελοποίηση επίλυσης προβλημάτων είναι η τεχνική των αναλυτικών παραδειγμάτων (worked examples) (Clark & Mayer, 2003) ([Wikipedia](#)). Σύμφωνα με τη μέθοδο, ο εκπαιδευτικός αρχικά μοντελοποιεί τα βήματα μιας διαδικασίας επίλυσης προβλήματος (ή άλλης δεξιότητας) μέσω ενός αναλυτικά λυμένου παραδείγματος που παρουσιάζει στους μαθητές του. Στη συνέχεια (σε επόμενα παραδείγματα), ο εκπαιδευτικός αποσύρει σταδιακά την υποστήριξή του, ζητώντας από τους μαθητές να εκτελέσουν αυτοδύναμα όλο και μεγαλύτερο μέρος της πορείας επίλυσης.

B. Διαχείριση/Προπόνηση (Coaching)

Η έννοια αυτή περιλαμβάνει κάθε ενέργεια που κάνει ο εκπαιδευτικός ώστε να διαχειριστεί αποτελεσματικά και σε βάθος χρόνου συνήθως (π.χ. σε σειρά μαθημάτων, στο έτος, στο εξάμηνο κ.λπ.) την πορεία εκπαίδευσης των μαθητών. Ο καλός δάσκαλος-προπονητής ενθαρρύνει τους μαθητές, αναλύει τις επιδόσεις τους,

δίνει ανατροφοδότηση και συμβουλές για βελτίωση των επιδόσεων και προκαλεί τον αναστοχασμό τους σχετικά με την επίτευξη ή όχι των στόχων μάθησης.

Γ. Υποβοήθηση (Scaffolding)

Ο όρος αναφέρεται στην υποστήριξη που παρέχει ο εκπαιδευτικός προς τον μαθητή, η οποία είναι πρόσκαιρη (π.χ. τα σύντομα κατευθυντικά σχόλια του εκπαιδευτικού προς τους μαθητές στη διάρκεια επίλυσης ενός προβλήματος) και καλά προσαρμοσμένη (ανάλογα με τις ανάγκες και το επίπεδο του κάθε μαθητή). Όπως προείπαμε, η έννοια της υποβοήθησης εισήχθη από τον Bruner, αλλά ταυτίζεται τις περισσότερες φορές με την υποβοήθηση μέσα στη «ζώνη επικείμενης ανάπτυξης» στο έργο του Vygotsky (δείτε το επόμενο κεφάλαιο περί κοινωνικού εποικοδομισμού).

Σχετικά με το μοντέλο Jonassen για τη σχεδίαση εποικοδομικού τύπου περιβαλλόντων εκπαίδευσης, μπορείτε να δείτε:

- Constructivist teaching methods ([Wikipedia](#))
- Άρθρο του D. Jonassen: Designing Constructivist Learning Environments ([αρχείο pdf](#))
- Συνέντευξη με τον D. Jonassen ([elearningpost, 31/01/2001](#))

5.2.4. Μάθηση με ανάπτυξη έργου (Project-based learning)

Η «μάθηση με ανάπτυξη έργου» (MAE) ή «μάθηση με τη μέθοδο project» (project-based learning, PBL) είναι μια δημοφιλής εκπαιδευτική μέθοδος που εφαρμόζει τις αρχές του εποικοδομισμού ([Wikipedia](#), [PBL by Buck Institute for Education](#), [YouTube video](#)).

Η μέθοδος, σε γενικές γραμμές, ακολουθεί το μοντέλο Jonassen ως εξής:

- (α) Η MAE εστιάζει τη διαδικασία μάθησης σε ένα ενδιαφέρον έργο, που αποτελεί κίνητρο και έναυσμα μάθησης για τις ομάδες μαθητών.
- (β) Στους μαθητές παρέχονται σχετικές πηγές (ή καθοδηγούνται να τις αναζητήσουν), όπως πηγές σε βιβλιοθήκες, στο διαδίκτυο, περιπτώσεις μελέτης, διδακτικά βοηθήματα κ.λπ.
- (γ) Οι μαθητές διαχειρίζονται το έργο χρησιμοποιώντας κατάλληλα γνωστικά εργαλεία, όπως εργαλεία προγραμματισμού και προσομοίωσης, μικρόκοσμοι, τεχνολογίες εκπαιδευτικής ρομποτικής εργαλεία συγγραφής εφαρμογών και ηλεκτρονικών παρουσιάσεων, λογιστικά φύλλα, επεξεργαστές κειμένου κ.λπ.
- (δ) Οι μαθητές καθοδηγούνται και υποστηρίζονται στη συνεργασία τους, είτε αυτή γίνεται από απόσταση είτε μέσα στην τάξη.
- (ε) Ο εκπαιδευτικός παρέχει υποστήριξη με τη μορφή μοντελοποίησης δεξιοτήτων, διαχείρισης/προπόνησης και υποβοήθησης.

Θα πρέπει να τονιστεί, όμως, πως για την πλήρη ανάπτυξη και εκμετάλλευση του δυναμικού της MAE, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να διαχειριστεί θέματα τα οποία το μοντέλο Jonassen δεν τα αναλύει επαρκώς, και τα οποία είναι:

- Τεχνική καθοδήγησης της συνεργασίας, π.χ. μέσω της τεχνικής σεναριογραφημένης συνεργασίας (scripted collaboration) (αναπτύσσεται εκτενώς στο κεφάλαιο του κοινωνικού εποικοδομισμού).
- Τεχνική ανάπτυξης των δεξιοτήτων (skill development) που αποτελούν στόχο μάθησης: Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να βασίζεται σε ένα μοντέλο των δεξιοτήτων στις οποίες στοχεύει και με βάση το οποίο να οργανώνει δραστηριότητες, εργασίες, ερωτήσεις αναστοχασμού για τους μαθητές, υποστηρίζοντας έτσι την ανάπτυξη των δικών τους δεξιοτήτων.
- Τεχνική αξιολόγησης των μαθητών. Μια εξαιρετικά χρήσιμη τεχνική για την αξιολόγηση των μαθητών, ειδικά όταν εμπλέκονται σε σύνθετες δραστηριότητες μάθησης εποικοδομικού τύπου, αποτελεί η χρήση κατάλληλης ρουμπρίκας (πίνακας διαβαθμισμένων κριτηρίων) (assessment rubric) ([Wikipedia](#)).

5.3. Λογισμικά Εκπαιδευτικής Προσομοίωσης

5.3.1. Εισαγωγή

Τα λογισμικά εκπαιδευτικής προσομοίωσης (educational simulation software) είναι κλασικά γνωστικά εργαλεία των οποίων οι σχεδιαστικές αρχές και η λειτουργία συνάδουν με τις προτάσεις των εποικοδομιστών για τη μάθηση. Με απλά λόγια, ένα τέτοιο λογισμικό προσομοιώνει στον υπολογιστή τη λειτουργία του συστήματος (ή φαινομένου) που αποτελεί στόχο μάθησης, προσφέροντας ταυτόχρονα υψηλού βαθμού διάδραση με τους χρήστες. Οι μαθητές – συνήθως με την καθοδήγηση του δασκάλου– ενθαρρύνονται να διαδράσουν με το λογισμικό, ώστε να καταλάβουν τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος. Π.χ. σε μια προσομοίωση φυσικής οι μαθητές μεταβάλλουν τον συντελεστή τριβής μεταξύ δύο αντικειμένων σε επαφή, ώστε να κατανοήσουν πώς αυτό επηρεάζει την κίνηση των αντικειμένων.

Τα λογισμικά προσομοίωσης είναι από τα πρώτα τεχνολογικά εργαλεία που θα θελήσει να χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός εφόσον σχεδιάζει να υλοποιήσει δραστηριότητες μάθησης εποικοδομικού τύπου (κυρίως δραστηριότητες διερευνητικής μάθησης) για τους μαθητές του. Υπάρχουν 3 σημαντικές κατηγορίες λογισμικού ανοικτού τύπου που ικανοποιούν τις διδακτικές απαιτήσεις της μεθόδου, ώστε να χρησιμοποιηθούν ως γνωστικά εργαλεία σε δραστηριότητες διερευνητικής μάθησης, και είναι:

- Προσομοίωση (Simulation)
- Μικρόκοσμος (Microworld)
- Μοντελοποιητής (Modeler)

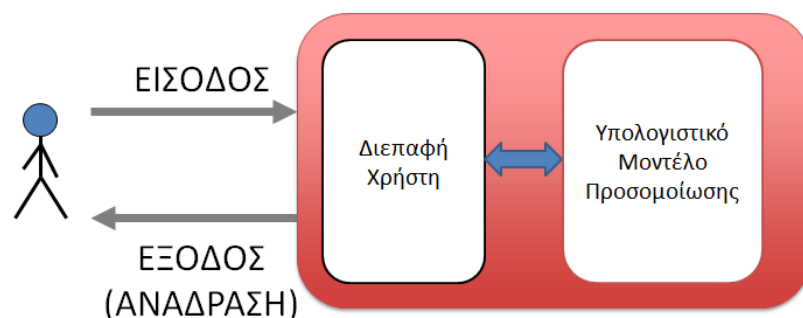
Στην ενότητα αυτή θα εξηγήσουμε τις λειτουργικές διαφορές ανάμεσα στην απλή προσομοίωση, τους μικρόκοσμους και τα λογισμικά εκπαιδευτικής μοντελοποίησης.

5.3.2. Προσομοίωση (simulation)

Μια εκπαιδευτική προσομοίωση σε υπολογιστή είναι ένα λογισμικό που προσομοιώνει (μιμείται) τη λειτουργία ενός φυσικού ή τεχνητού συστήματος του πραγματικού κόσμου, έτσι ώστε ο μαθητής να διαδράσει με την προσομοίωση και να οικοδομήσει γνώσεις για τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος που μελετά ([Wikipedia](#)).

Μια προσομοίωση βασίζεται πάντοτε σε κάποιο υπολογιστικό μοντέλο (computational model) ([Wikipedia](#)), δηλ. ένα απλούστερο ή συνθετότερο μοντέλο που εκτελείται από το λογισμικό προσομοίωσης (μικρόκοσμου ή μοντελοποιητή) και προσομοιώνει τη λειτουργία του συστήματος που μελετά ο μαθητής. Η διεπαφή χρήστη προσφέρει τη δυνατότητα ώστε ο μαθητής να επηρεάσει την προσομοίωση, δηλ. να αλλάξει την είσοδο (input) δεδομένων στο λογισμικό. Ταυτόχρονα, το λογισμικό θα πρέπει, με βάση το υπολογιστικό μοντέλο, να ανταποκρίνεται στην είσοδο που δίνει ο χρήστης και να εμφανίζει τις αντίστοιχες αλλαγές στην έξοδο (output) – η οποία συνήθως είναι η οθόνη του υπολογιστή–, ώστε ο εκπαιδευόμενος να καταλάβει το αποτέλεσμα που είχαν οι ενέργειές του στη συμπεριφορά του προσομοιωμένου συστήματος.

Ο συνδυασμός αυτών των ενεργειών, δηλ. (α) η είσοδος δεδομένων από τον χρήστη και (β) η έξοδος (ή ανάδραση) από το λογισμικό, ολοκληρώνει τον κύκλο αλληλεπίδρασης με την προσομοίωση, κάτι που προσφέρει τη βάση για ενεργοποίηση γνωστικών διεργασιών σχετικών με τη μάθηση μέσω διερεύνησης.



Εικόνα 5.4 Διάδραση χρήστη με λογισμικό τύπου εκπαιδευτικής προσομοίωσης

Ο προσομοιωτής πτήσης είναι ένα κλασικό παράδειγμα λογισμικού προσομοίωσης (π.χ. <http://www.flightprosim.com>). Το λογισμικό προσομοιώνει τη λειτουργία μιας πτητικής μηχανής, ενώ ο χρήστης-χειριστής έχει διάφορα χειριστήρια στη διάθεσή του (λιγότερα ή περισσότερα, ανάλογα με την πιστότητα της προσομοίωσης), ώστε να κατευθύνει τη μηχανή, μαθαίνοντας έτσι τη λειτουργία και πτητική συμπεριφορά της. Η απόκριση του λογισμικού στις ενέργειες του χρήστη εμφανίζεται προφανώς στην οθόνη του υπολογιστή, ως επιτυχημένη ή όχι πορεία της πτητικής μηχανής.

Όπως ο προσομοιωτής πτήσης, έτσι και άλλες μηχανές μπορούν να προσομοιωθούν ώστε να δώσουν τη δυνατότητα σε ασκούμενους να εξοικειωθούν με τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της μηχανής, χωρίς προσωπικό κίνδυνο ή οποιαδήποτε πιθανή φθορά της μηχανής (π.χ. η προσομοίωση λειτουργίας εκσκαφέα στο <http://www.tbrk.org/esterel/backhoe.html>).

Μια προσομοίωση μπορεί να αφορά και κοινωνικά φαινόμενα τα οποία μοιάζουν –και είναι συνήθως– πολυπλοκότερα σε σχέση με τα μηχανικά συστήματα των προηγούμενων παραδειγμάτων. Π.χ. το λογισμικό προσομοίωσης σχολικής τάξης Simschool (<http://www.simschool.org/>) δίνει την ευκαιρία στον εκπαιδευτικό να χειριστεί μια προσομοιωμένη σχολική τάξη, αντιμετωπίζοντας έτσι διάφορες προβληματικές καταστάσεις σε περιβάλλον προσομοίωσης και δοκιμάζοντας παιδαγωγικές λύσεις τις οποίες σε πραγματικές συνθήκες δεν θα είχε ποτέ –ίσως– την ευκαιρία να εφαρμόσει και να κατανοήσει την αξία ή τους περιορισμούς τους.

5.3.3. Μικρόκοσμος (microworld)

Ένας μικρόκοσμος είναι ένα λογισμικό πιο σύνθετο από μία απλή προσομοίωση. *Ο μικρόκοσμος επιτρέπει στον χρήστη (δάσκαλο ή μαθητή) την ανάπτυξη ποικιλίας προσομοιώσεων που όμως αναφέρονται στο ίδιο γνωστικό αντικείμενο.* Έτσι, συχνά μιλάμε για μικρόκοσμούς π.χ. Φυσικής, Χημείας, Πληροφορικής κ.λπ. ([EduTech Wiki](#)).

Ουσιαστικά, ένας μικρόκοσμος είναι ένα ειδικό περιβάλλον προγραμματισμού που επιτρέπει στον χρήστη να δημιουργήσει σενάρια ειδικών προσομοιώσεων, προγραμματίζοντας τη συμπεριφορά των αντικειμένων σύμφωνα με το μοντέλο που θέλει να υιοθετήσει. Συνήθως, το λογισμικό μικρόκοσμου προσφέρει μια κατάλληλη διεπαφή που υποστηρίζει οπτικό (visual) προγραμματισμό (δηλ. προγραμματισμό με τοποθέτηση αντικειμένων στην οθόνη και καθορισμό ιδιοτήτων τους – [Wikipedia](#)) για την ευκολότερη ανάπτυξη των ειδικών αυτών προσομοιώσεων.

Για να υποστηρίξει αυτές τις λειτουργίες, ένας μικρόκοσμος προσφέρει κατά κανόνα στον χρήστη:

- (α) εικονικά (virtual) αντικείμενα διαθέσιμα στην οθόνη του λογισμικού, που αντιστοιχούν στα φυσικά αντικείμενα του γνωστικού αντικειμένου (π.χ. φυσικά αντικείμενα σε έναν μικρόκοσμο φυσικής),
- (β) λειτουργίες που επιτρέπουν τον καθορισμό των σχέσεων των αντικειμένων, καθώς και την ειδικότερη συμπεριφορά τους στις προσομοιώσεις που κατασκευάζει ο χρήστης-προγραμματιστής του μικρόκοσμου (π.χ. δυνατότητα να συνδεθούν τα φυσικά αντικείμενα σε ένα σύστημα και να προγραμματιστεί η συμπεριφορά τους στις ενέργειες του μαθητή).

Παραδείγματα μικρόκοσμων: Το [Interactive Physics](#) είναι ένα γνωστό λογισμικό μικρόκοσμου φυσικής που κυκλοφορεί στην ελληνική γλώσσα και είναι διαθέσιμο στα ελληνικά σχολεία. Ο χειριστής της εφαρμογής μπορεί να χρησιμοποιεί τα διαθέσιμα εργαλεία (αντικείμενα του φυσικού κόσμου, όπως σώματα, τροχαλίες, αρθρώσεις, ηλεκτρικά φορτία κ.λπ.), ώστε να δημιουργήσει προσομοιώσεις φαινομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε δραστηριότητες διερευνητικής μάθησης.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα μικρόκοσμου είναι τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα τύπου Logo (Logo-like programming environments), τα οποία απευθύνονται κυρίως σε μικρότερες ηλικίες ([ιστοσελίδα stager.org](#)). Πρόκειται για περιβάλλοντα προγραμματισμού με ειδικά χαρακτηριστικά που τα καθιστούν φιλικά προς τους μικρούς μαθητές, ώστε να τους εμπλέκουν ευχάριστα σε δημιουργικές δραστηριότητες. Μέσα από τις δραστηριότητες αυτές τα παιδιά αναπτύσσουν δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης (computational thinking) ([Wikipedia](#), [Google for Education](#), [CS4FN](#)) ή –με άλλα λόγια– ικανότητες να μοντελοποιούν και να λύνουν υπολογιστικά ένα πρόβλημα.

Το [Microworlds Pro](#) είναι εμπορικό προϊόν, αλλά κυκλοφορεί στην ελληνική γλώσσα και είναι διαθέσιμο στα Ελληνικά σχολεία. Το Microworlds Pro έχει τρεις βασικές περιοχές εργασίας:

A) την *κεντρική οθόνη*, δηλ. την περιοχή κίνησης της χελώνας ή γενικότερα των διαφόρων αντικειμένων που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο χρήστης,

B) την *περιοχή κώδικα*: περιοχή όπου γράφεται και εκτελείται κώδικας Logo που καθοδηγεί τα διάφορα αντικείμενα, και

Γ) την *ειδική περιοχή αντικειμένων* (καρτέλες περιεχομένων): στην καρτέλα «Διαδικασίες» ο χρήστης μπορεί να γράψει προγραμματιστικές διαδικασίες (procedures) τις οποίες καλεί στον κώδικά του. Με τον τρόπο αυτόν εισάγεται στον διαδικαστικό προγραμματισμό (procedural programming, - [Βικιπαίδεια](#), [Wikipedia](#)), επεκτείνει τις δυνατότητες της γλώσσας και του κώδικά του και επιτυγχάνει την ανάπτυξη συνθετότερων εφαρμογών με ολοκληρωμένες λειτουργίες. Στην ελληνόγλωσση εκδοχή του περιβάλλοντος ο προγραμματισμός μπορεί να γίνει στα ελληνικά.

Το [Scratch](#) είναι μια πιο σύγχρονη εκδοχή ενός Logo-like περιβάλλοντος (εμφανίστηκε το 2007). Το περιβάλλον εργασίας του Scratch περιλαμβάνει 4 χαρακτηριστικές περιοχές:

α) Η *περιοχή με τις εργαλειοθήκες στοιχείων προγραμματισμού*: Ο χρήστης-προγραμματιστής μπορεί να επιλέξει το στοιχείο που χρειάζεται (π.χ. δομή επανάληψης) και να το ενσωματώσει στον κώδικά του.

β) Η *περιοχή κώδικα* (κέντρο): Εκεί αναπτύσσεται σταδιακά ο κώδικας της εφαρμογής. Τα διάφορα στοιχεία προγραμματισμού διαθέτουν εσοχές και προεξοχές ώστε να «δένουν» μεταξύ τους. Με τον τρόπο αυτόν καθίσταται αδύνατο για τους νεαρούς προγραμματιστές να κάνουν συντακτικά λάθη (αν οι μορφές των στοιχείων δεν ταιριάζουν μεταξύ τους, απλώς δεν συνδέονται στον κώδικα), κάτι που μειώνει τον γνωστικό τους φόρτο στην προσπάθεια προγραμματισμού.

γ) Η *περιοχή οθόνης ή σκηνής*: Εκεί εξελίσσεται η ιστορία ή το παιχνίδι που σκηνοθετούν με τον προγραμματισμό οι μαθητές.

δ) Η *περιοχή των αντικειμένων*: Περιοχή-βιβλιοθήκη με τα διάφορα διαθέσιμα αντικείμενα.

5.3.4. Μοντελοποιητής (Modeler)

Τα εργαλεία εκπαιδευτικής μοντελοποίησης (ή μοντελοποιητές) είναι ισχυρά προγραμματιστικά εκπαιδευτικά εργαλεία, καθώς *επιτρέπουν τη δημιουργία υπολογιστικών μοντέλων (δηλ. ουσιαστικά προσομοιώσεων) για κάθε γνωστικό αντικείμενο* (και όχι για συγκεκριμένο όπως οι μικρόκοσμοι), υπηρετώντας με τον τρόπο αυτόν τους σκοπούς της εκπαιδευτικής προσομοίωσης. Συνήθως τα λογισμικά αυτά αναφέρονται ως «λογισμικά μοντελοποίησης και προσομοίωσης» (modeling and simulation software), και δεν πρέπει να τα συγχέει κανείς με τις γλώσσες εκπαιδευτικής μοντελοποίησης (educational modeling language), οι οποίες μοντελοποιούν γενικά τη μαθησιακή διαδικασία και δεν αφορούν συγκεκριμένα την εκπαιδευτική προσομοίωση.

Σε γενικές γραμμές κάθε τέτοιο λογισμικό αποτελεί ένα ιδιαίτερο περιβάλλον προγραμματισμού, προσαρμοσμένο στα χαρακτηριστικά της εκπαιδευτικής μοντελοποίησης (πολλά από αυτά και στα χαρακτηριστικά μιας ιδιαίτερης γνωστικής περιοχής, μοιάζοντας έτσι με μικρόκοσμους). Μέσω της γλώσσας προγραμματισμού ο χρήστης διευκολύνεται να αναπτύξει το υπολογιστικό μοντέλο του συστήματος/φαινομένου που τον ενδιαφέρει, ώστε να προχωρήσει στις διερευνητικές του δραστηριότητες. Έναν εκτεταμένο κατάλογο εργαλείων μοντελοποίησης/προσομοίωσης μπορείτε να βρείτε στη [Wikipedia](#).

Ένα από τα δημοφιλέστερα και ελεύθερα διαθέσιμα τέτοια εργαλεία είναι το περιβάλλον [NetLogo](#), το οποίο περιγράφεται ως ένα «πολυπρακτορικό προγραμματιζόμενο περιβάλλον μοντελοποίησης». Όπως δηλώνει και το όνομα πρόκειται για μία από τις διάφορες εκδόσεις της Logo, όπου όμως ο ισχυρός προσανατολισμός στην εκπαιδευτική μοντελοποίηση κατατάσσει το εργαλείο στους μοντελοποιητές και όχι στους μικρόκοσμους (όπως π.χ. το Scratch).

Στο NetLogo ο χρήστης (εκπαιδευτικός ή εκπαιδευόμενος) μπορεί να υλοποιήσει σε γλώσσα Logo ένα υπολογιστικό μοντέλο του φαινομένου που μελετά, προγραμματίζοντας τη συμπεριφορά πολλών πρακτόρων (agents). Με χρήση τυπικών χειριστηρίων στη διεπαφή, όπως πλήκτρα (buttons) και ολισθητές (sliders), μπορεί να δώσει τη δυνατότητα για καθορισμό ή μεταβολή των παραμέτρων εισόδου που αφορούν το μοντέλο, ενώ αντίστοιχα να παρουσιάσει σε κατάλληλη έξοδο (πλαίσιο) τους πράκτορες και να παρατηρήσει τη συμπεριφορά τους.

Άλλα επίσης γνωστά εμπορικά λογισμικά μοντελοποίησης είναι τα [Stella](#) και [iThink](#) της isee systems. Η πορεία ανάπτυξης μιας εκπαιδευτικής προσομοίωσης στο Stella (ή και στο iThink) είναι παρόμοια όπως σε κάθε περιβάλλον μοντελοποίησης. Ο δημιουργός της προσομοίωσης θα πρέπει να υλοποιήσει: α) το υπολογιστικό μοντέλο χρησιμοποιώντας τα ιδιαίτερα εργαλεία προγραμματισμού μοντέλων στο Stella, β) τα χειριστήρια εισόδου για τον χρήστη (π.χ. πλήκτρα και ολισθητές), και γ) τις αναπαραστάσεις εξόδου που δίνουν ανατροφοδότηση στον εκπαιδευόμενο (π.χ. διαγράμματα).

5.4. Δομή & Χαρακτηριστικά Προσομοίωσης

Η δομή και κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των λογισμικών προσομοίωσης έχουν ενδιαφέρον τόσο για τον εκπαιδευτικό (πώς θα αξιοποιήσει καλύτερα το λογισμικό σχετικά με τους εκπαιδευτικούς στόχους που θέτει) όσο και για τον προγραμματιστή (πώς θα σχεδιάσει/αναπτύξει με βέλτιστο τρόπο ένα τέτοιο εργαλείο). Στην ενότητα αυτή θα σχολιάσουμε τα βασικά της αρχιτεκτονικής μιας προσομοίωσης, καθώς και χαρακτηριστικά όπως: είδος προσομοίωσης, πιστότητα, υπολογιστικό μοντέλο.

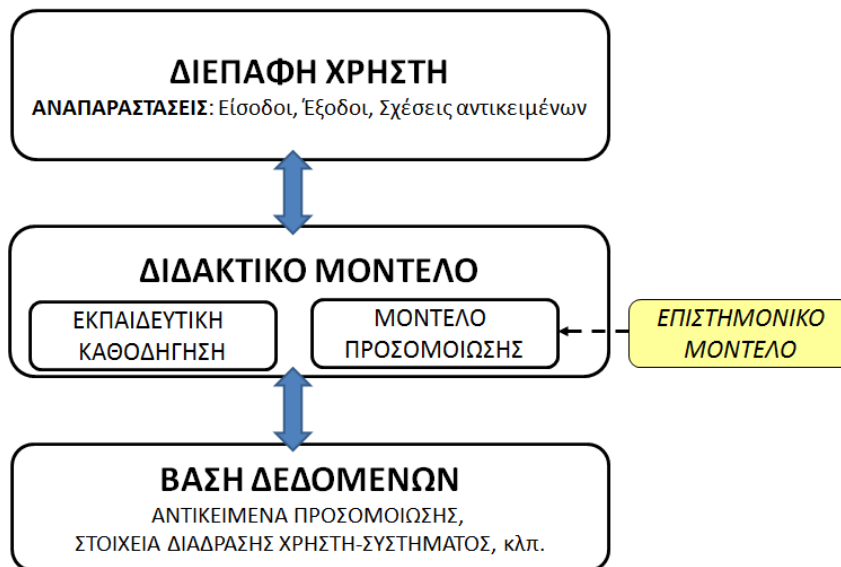
5.4.1. Δομή

Κύρια τμήματα της αρχιτεκτονικής ενός λογισμικού εκπαιδευτικής προσομοίωσης είναι: η βάση δεδομένων, το διδακτικό μοντέλο και η διεπαφή χρήστη. Αναλυτικότερα:

Βάση δεδομένων

Αποτελεί τη βάση πληροφοριών του λογισμικού όπου συνήθως αποθηκεύονται:

- α) Στοιχεία απαραίτητα για τη λειτουργία του μοντέλου της προσομοίωσης (π.χ. τα δεδομένα λειτουργίας των αντικειμένων της προσομοίωσης). Τα στοιχεία αυτά μπορεί να είναι διαχειρίσιμα και από τον εκπαιδευτικό, δίνοντάς του τη δυνατότητα να ρυθμίζει τη μορφή (π.χ. πολυπλοκότητα) του υπολογιστικού μοντέλου της προσομοίωσης.
- β) Στοιχεία που προκύπτουν κατά τη διάδραση χρήστη-λογισμικού και λαμβάνονται υπόψη στην εκπαιδευτική υποστήριξη που προσφέρει η προσομοίωση. Αυτά τα στοιχεία μπορούν να αποτελέσουν τη βάση π.χ. για προσαρμοστική λειτουργία της προσομοίωσης (όπως αύξηση ή μείωση της πολυπλοκότητας προσομοίωσης, ανάλογα με το επίπεδο του χρήστη-μαθητή).



Εικόνα 5.5 Βασική αρχιτεκτονική δομή ενός λογισμικού προσομοίωσης

Διδακτικό μοντέλο

Πρόκειται για ενδιάμεσο επίπεδο της αρχιτεκτονικής όπου υλοποιούνται:

- (α) *Μοντέλο προσομοίωσης*: Είναι το υπολογιστικό μοντέλο του συστήματος που προσομοιώνει το λογισμικό. Συνήθως το μοντέλο αυτό αποτελεί μια κατάλληλα απλουστευμένη εκπαιδευτική εκδοχή του πλήρους και λεπτομερούς επιστημονικού μοντέλου που περιγράφει το υπό μελέτη φαινόμενο/σύστημα (το κίτρινο πλαίσιο δεξιά στην εικόνα 5.5). Επομένως, ο τρόπος σχεδίασής του σχετίζεται άμεσα με τους εκπαιδευτικούς στόχους που καλείται να υπηρετήσει η προσομοίωση.
- (β) *Τμήμα εκπαιδευτικής καθοδήγησης*: Ένα λογισμικό προσομοίωσης στην πλήρη του εκδοχή περιλαμβάνει και τμήμα εκπαιδευτικής καθοδήγησης. Στο τμήμα αυτό ενσωματώνονται από τους σχεδιαστές κατάλληλα σενάρια αξιοποίησης της προσομοίωσης, που καθοδηγούν τον μαθητή για το πώς να διαδράσει με την προσομοίωση, τι να παρατηρήσει, ποιες ερωτήσεις/θέματα να απαντήσει, τι συμπεράσματα να διατυπώσει κ.λπ. Ένα τέτοιο μοντέλο καθοδήγησης είναι χρήσιμο τόσο για τον εκπαιδευτικό (του προσφέρει σενάρια χρήσης του λογισμικού) όσο και για τον εκπαιδευόμενο που δέχεται την καθοδήγηση, καθώς η ελεύθερη διάδραση του μαθητή με την προσομοίωση δεν οδηγεί σε σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα. Στην περίπτωση, φυσικά, που ένα τέτοιο τμήμα καθοδήγησης δεν είναι ενσωματωμένο στο λογισμικό, είναι καθήκον αποκλειστικά του εκπαιδευτικού να καθοδηγήσει τους μαθητές του στη χρήση της προσομοίωσης, σχεδιάζοντας σενάρια διερευνητικής μάθησης.

Διεπαφή χρήστη

Το τρίτο επίπεδο περιλαμβάνει την υλοποίηση της κατάλληλης διεπαφής χρήστη. Στη διεπαφή ιδιαίτερη σημασία έχει ο τρόπος που θα σχεδιαστούν οι αναπαραστάσεις εισόδου και εξόδου της προσομοίωσης, ώστε ο εκπαιδευόμενος να μπορεί εύκολα να περάσει πληροφορία στο σύστημα και να αντιληφθεί και ερμηνεύσει σωστά την πληροφορία ανατροφοδότησης που παρουσιάζει το λογισμικό στην έξοδο.

5.4.2. Είδη Προσομοιώσεων

Ανάλογα με τη σχεδίαση και την εκπαιδευτική τους στόχευση, μπορούμε να διακρίνουμε διάφορα είδη προσομοιώσεων (Alessi & Trollip, 2001), όπως:

- *Εννοιολογική* (conceptual): Το μοντέλο προσομοίωσης περιλαμβάνει έννοιες, αρχές και γεγονότα σχετικά με το σύστημα που προσομοιώνεται. Ο εκπαιδευόμενος μαθαίνει την εννοιολογική δομή του συστήματος. Ειδικότερες κατηγορίες είναι:
 - *Φυσικές* (natural): Ένα φυσικό αντικείμενο ή σύστημα προσομοιώνεται στην οθόνη, με συνεχή τρόπο λειτουργίας, επιτρέποντας στον μαθητή να μάθει κάτι σχετικά με αυτό. Π.χ. προσομοιωτής πτήσης, προσομοιώσεις τύπου SimCity κ.λπ.
 - *Επαναληπτικές* (iterative): Ο μαθητής μπορεί να επαναλάβει την εκτέλεση της προσομοίωσης, επιλέγοντας διαφορετικές αρχικές τιμές εισόδου και παρατηρώντας τη συμπεριφορά του συστήματος. Π.χ. μια προσομοίωση ενός απλού ηλεκτρικού κυκλώματος για την εκμάθηση του νόμου του Ohm. Ο χρήστης εδώ μπορεί να εκτελέσει διάφορες επαναλήψεις (iterations) της προσομοίωσης, αλλάζοντας τιμές σε κάποιες από τις παραμέτρους V, I, R του νόμου και καταγράφοντας τη συμπεριφορά των υπολοίπων.
- *Λειτουργική* (operational): Το μοντέλο εστιάζει σε αλληλουχίες νοητικών διαδικασιών που ενεργοποιούνται κατά τη λειτουργία και χειρισμό του συστήματος. Ο εκπαιδευόμενος μαθαίνει πώς να διαχειρίζεται τις βασικές λειτουργίες του συστήματος, ενεργοποιώντας τις κατάλληλες νοητικές διεργασίες. Διακρίνονται σε:
 - *Διαδικαστικές* (procedural): Ο μαθητής μαθαίνει πώς να εκτελεί μια σειρά ενεργειών ολοκληρώνοντας ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Π.χ. χειρισμός πτητικής μηχανής με στόχο την εκμάθηση της διαδικασίας προσγείωσής της.
 - *Σχετικές με κατάσταση* (situational): Προσομοιώνουν στάσεις και συμπεριφορές ατόμων ή οργανισμών (ομάδων ατόμων) σε διαφορετικές συνθήκες (καταστάσεις). Π.χ. η προσομοίωση συμπεριφοράς μαθητών στη σχολική τάξη.

5.4.3. Πιστότητα προσομοίωσης (fidelity)

Η έννοια της πιστότητας αναφέρεται στο πόσο πιστά αναπαρίσταται το πραγματικό σύστημα από το μοντέλο και το πώς παρουσιάζεται αυτή η αναπαράσταση στον χρήστη. Διακρίνουμε τα εξής είδη πιστότητας:

- *Φυσική*: Αφορά το «πώς φαίνεται» η προσομοίωση. Διακρίνεται σε:
 - *Αντιληπτική*: Πώς βλέπει ή ακούει κανείς την προσομοίωση. Π.χ. σε μία προσομοίωση πτητικής μηχανής η αντιληπτική πιστότητα αφορά την οπτική γωνία η οποία προσφέρεται στον χρήστη. Όπως, για παράδειγμα, αν η προσομοίωση τον «τοποθετεί» σε θέση πιλότου μέσα στο πιλοτήριο ή αν τον περιορίζει στο να παρακολουθεί την πτήση μόνο ως εξωτερικός θεατής.
 - *Διαχειριστική*: Αναφέρεται στο αν μπορεί ο χρήστης να διαχειριστεί την προσομοίωση όπως και το πραγματικό σύστημα. Για παράδειγμα, μια προσομοίωση πιλοτηρίου που δεν προσφέρει στον χρήστη ρεαλιστικά όργανα πλοήγησης (π.χ. του επιτρέπει να χειριστεί μόνο το πληκτρολόγιο) έχει χαμηλή διαχειριστική πιστότητα.
- *Λειτουργική*: Το τι μπορεί να κάνει κανείς στην προσομοίωση, δηλ. ποιες λειτουργίες του πραγματικού συστήματος προσομοιώνονται. Για παράδειγμα, μια προσομοίωση πιλοτηρίου όπου ο χρήστης εμβυθίζεται μεν μέσα στο προσομοιωμένο πιλοτήριο με όλα τα όργανα στην οθόνη, αλλά όμως δεν λειτουργούν όλα όπως στην πραγματικότητα, έχει χαμηλή λειτουργική πιστότητα.

Προφανώς, μπορεί να σκεφτεί κανείς: Θέλουμε πάντοτε υψηλή πιστότητα προσομοίωσης ώστε αυτό που μαθαίνει ο μαθητής να ανταποκρίνεται στα χαρακτηριστικά και λειτουργίες του πραγματικού συστήματος; Όμως, όπως υπάρχουν λόγοι που συνηγορούν υπέρ της υψηλής πιστότητας, έτσι υπάρχουν και λόγοι υπέρ της χαμηλής πιστότητας μιας εκπαιδευτικής προσομοίωσης. Υπέρ της υψηλής πιστότητας μπορούμε να αναφέρουμε τα παρακάτω:

- (Α) Η μάθηση με τη χρήση της προσομοίωσης είναι καλύτερη όταν δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο πραγματικό σύστημα και την προσομοίωση.
- (Β) Η υψηλή πιστότητα αποτελεί κίνητρο εμπλοκής και δράσης (και επομένως μάθησης) από πλευράς εκπαιδευομένου.
- (Γ) Η υψηλή πιστότητα μπορεί να υποστηρίξει την οπτικοποίηση στη διεπαφή χρήστη και επομένως να δημιουργεί συνθήκες καλύτερης μάθησης.

Λόγοι για τους οποίους μπορεί η προσομοίωση να χαρακτηρίζεται από χαμηλή πιστότητα σε σχέση με το πραγματικό σύστημα:

- (Α) Η προσομοίωση μπορεί και πρέπει να προσφέρει σημαντικές πρόσθετες δυνατότητες χειρισμού οι οποίοι εκπαιδευτικά είναι σημαντικοί, δεν αποτελούν όμως μέρος του πραγματικού συστήματος (π.χ. σταμάτημα και συνέχεια προσομοίωσης, επιτάχυνση ή επιβράδυνση σε σχέση με τον πραγματικό χρόνο κ.λπ.).
- (Β) Μπορεί να είναι χρήσιμο να απλοποιηθεί η προσομοίωση για διδακτικούς λόγους (ειδικά στην αρχή της εκπαίδευσης θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα απλούστερο υπολογιστικό μοντέλο προσομοίωσης).
- (Γ) Η εξαιρετικά υψηλή πιστότητα μπορεί να ανεβάσει το κόστος του λογισμικού σημαντικά, χωρίς να είναι εκπαιδευτικά οπωσδήποτε και χρήσιμη (δηλ. από ένα επίπεδο πιστότητας και μετά δεν μαθαίνουν οι ασκούμενοι καλύτερα).

Εκπαιδευτικά είναι προτιμότερη υψηλή ή χαμηλή πιστότητα στις προσομοιώσεις; Οι έρευνες στο θέμα αυτό δεν συγκλίνουν, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις αποτυγχάνουν να εντοπίσουν μαθησιακά πλεονεκτήματα στις προσομοιώσεις υψηλής πιστότητας, τονίζοντας πως πολλοί παράγοντες μπορεί να σχετίζονται με την επίδραση ή όχι της πιστότητας στη μάθηση (π.χ. Norman, Dore & Grierson, 2012). Από τα πιο ενδιαφέροντα συμπεράσματα που καταγράφουν οι ερευνητές είναι τα παρακάτω:

- (α) Η λειτουργική πιστότητα είναι σημαντικότερη για τη μάθηση από τη φυσική πιστότητα.
- (β) Υπάρχει ίσως κάποιο βέλτιστο επίπεδο πιστότητας που καθιστά την προσομοίωση ρεαλιστική και ενδιαφέρουσα, πέρα όμως από το οποίο η πολυπλοκότητά της μπορεί να εμποδίζει τη μάθηση, καθώς αυξάνει τον γνωστικό φόρτο των εκπαιδευομένων.

- (γ) Ενδιαφέρουσα είναι η δυνατότητα για «δυναμική» πιστότητα: χαμηλή στην αρχή της εκπαίδευσης (για να διευκολύνει την εξοικείωση και με τις δραστηριότητες διερεύνησης) και υψηλή στη συνέχεια (για να ενισχύσει τη μεταφορά της γνώσης).

5.4.4. Υπολογιστικά μοντέλα προσομοίωσης

Το υπολογιστικό μοντέλο προσομοίωσης (αναφέρεται και ως «υποκείμενο» μοντέλο της προσομοίωσης) είναι η υπολογιστική αναπαράσταση του συστήματος που προσομοιώνεται από το λογισμικό. Όπως προείπαμε, για λόγους εκπαιδευτικής αποδοτικότητας αποτελεί συνήθως μια κατάλληλα απλοποιημένη εκδοχή του πλήρους επιστημονικού μοντέλου, το οποίο θεωρούμε πως περιγράφει το φαινόμενο σε όλη του την πολυπλοκότητα. Σύμφωνα με τους Alessi και Trollip (2001) τα υπολογιστικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται σε προσομοιώσεις είναι κυρίως τριών τύπων:

- *Συνεχή* (continuous): Αναπαριστούν συνεχή φαινόμενα, δηλ. φαινόμενα που μπορούν να βρεθούν σε άπειρο (συνεχή ή μη διακριτό) πλήθος καταστάσεων. Περιγράφονται συνήθως από συνεχείς εξισώσεις εξέλιξης του φαινομένου/συστήματος στον χρόνο. Χαρακτηριστικά παραδείγματα: η κίνηση ενός αντικειμένου (π.χ. πτήση του αεροπλάνου), η αύξηση των ζωικών πληθυσμών, οι κύκλοι μιας οικονομίας κ.λπ.
- *Διακριτά* (discrete): Αναπαριστούν φαινόμενα, στα οποία οι μεταβλητές μεταβάλλονται κατά διακριτά βήματα. Π.χ. συστήματα οδικής & εναέριας κυκλοφορίας, γραμμές ταμείων σε καταστήματα, γραμμές παραγωγής κ.λπ. Υιοθετούν μαθηματικά εργαλεία περιγραφής και ανάλυσης από επιστημονικές περιοχές όπως θεωρία πιθανοτήτων, στατιστική, θεωρία ουρών αναμονής κ.ά.
- *Επαγωγικά* (inductive): Βασίζονται σε σύνολα κανόνων (if-then) που καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας/συμπεριφοράς του προσομοιωμένου συστήματος. Π.χ. λειτουργία μηχανών, αποφάσεις για τη λειτουργία μιας επιχείρησης, κοινωνικές αλληλεπιδράσεις κ.λπ. Για τη σχεδίαση ενός τέτοιου μοντέλου απαιτείται να καθοριστούν: αρχικές συνθήκες, κανόνες περιγραφής φαινομένου και το χρονικό διάστημα της προσομοίωσης.

5.5. Διερευνητική Μάθηση σε περιβάλλοντα προσομοίωσης

5.5.1. Τι είναι η διερευνητική μάθηση (Inquiry-based learning)

Όπως έχουμε ήδη εξηγήσει, μια από τις σημαντικότερες διδακτικές μεθόδους που έχουν προτείνει οι εποικοδομιστές είναι το μοντέλο της «διερευνητικής μάθησης» (inquiry learning) ([Βικιπαίδεια](#), [Wikipedia](#)). Σύμφωνα με το μοντέλο, ο μαθητής ενθαρρύνεται να διερευνήσει μια κατάσταση, ώστε να φτάσει σε χρήσιμα συμπεράσματα, οικοδομώντας με ενεργό τρόπο γνώσεις και αναπτύσσοντας παράλληλα δεξιότητες επιστημονικής διερεύνησης (van Joolingen, de Jong & Dimitrakopoulou, 2007). Το μοντέλο αυτό εκπαίδευσης έρχεται σαφώς σε αντίθεση με την κλασική διδασκαλία όπου οι γνώσεις παρουσιάζονται έτοιμες από τον δάσκαλο, και η αυτενέργεια του μαθητή περιορίζεται σε ασκήσεις εμπέδωσης.

Ακολουθώντας τη μέθοδο της διερευνητικής μάθησης οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές εφαρμόζουν ουσιαστικά τα βασικά βήματα που συνθέτουν την πορεία μιας έρευνας, ώστε να φτάσουν σε αξιόπιστα συμπεράσματα που αποτελούν και το αντικείμενο της μάθησης. Ο de Jong (2006) σχολιάζει πως η διερευνητική μάθηση μιμείται την αυθεντική ερευνητική διαδικασία, χωρίς όμως αναγκαστικά να περιλαμβάνει και της δυσκολίες της τελευταίας, όπως π.χ. προβλήματα με την αξιοπιστία των μετρήσεων κ.λπ. Οι μαθητές υιοθετούν τον ρόλο ερευνητή ο οποίος διατυπώνει ένα ερώτημα προς το περιβάλλον (στην περίπτωση αυτή το προσομοιωμένο σύστημα από το λογισμικό) και μαθαίνει από τον τρόπο που το περιβάλλον θα ανταποκριθεί. Το γενικό αυτό διδακτικό μοντέλο διερεύνησης μπορεί να υπηρετηθεί εξίσου καλά και από τις τρεις κατηγορίες λογισμικών προσομοίωσης που παρουσιάσαμε (απλές προσομοιώσεις, μικρόκοσμοι, περιβάλλοντα μοντελοποίησης).

Στη βιβλιογραφία έχουν διατυπωθεί διάφορα μοντέλα για την εφαρμογή της μεθόδου ([Wikipedia](#)). Η εκδοχή που προτείνει ο de Jong (2006), με χρήση και λογισμικών εκπαιδευτικής προσομοίωσης, παρουσιάζει τις φάσεις εργασίας του κύκλου διερεύνησης ως εξής:

- *Αρχικός προσανατολισμός:* Αρχικά οι μαθητές προβληματίζονται για ένα φαινόμενο που κινεί το ενδιαφέρον τους, προσδιορίζουν πιθανές μεταβλητές που το επηρεάζουν και τις μεταξύ τους σχέσεις.
- *Διατύπωση υποθέσεων:* Διαμορφώνουν μία ή περισσότερες υποθέσεις –ίσως με τη μορφή ενός συνεκτικού μοντέλου– που ενδιαφέρονται να ελέγξουν.
- *Πειραματισμός:* Οι μαθητές πειραματίζονται χρησιμοποιώντας λογισμικά προσομοίωσης, αλλάζοντας τιμές στις μεταβλητές, διατυπώνοντας εκτιμήσεις και ερμηνεύοντας τα αποτελέσματα.
- *Συμπεράσματα:* Διατυπώνονται τελικά συμπεράσματα σχετικά με την εγκυρότητα ή μη των αρχικών υποθέσεων.
- *Αξιολόγηση:* Οι μαθητές αναστοχάζονται σχετικά με τη συνολική πορεία μάθησης που ακολούθησαν και τη νέα γνώση που οικοδόμησαν.
- *Σχεδίαση:* Σχεδιάζουν ένα επόμενο βήμα της δραστηριότητας διερεύνησης, με βάση την κατανόηση που έχουν αναπτύξει για το φαινόμενο που μελετούν.
- *Εποπτεία:* Καθώς προχωρούν σε νέους κύκλους διερεύνησης, είναι σημαντικό να διατηρούν μια συνολική εποπτεία της όλης διαδικασίας διερεύνησης και της γνώσης που σταδιακά κατακτούν.

5.5.2. Γνωστικές διεργασίες κατά τη διερευνητική μάθηση

Οι εποικοδομικές θεωρίες δίνουν πάντοτε έμφαση στις γνωστικές διεργασίες που αποτελούν μηχανισμό οικοδόμησης γνώσης. Στην περίπτωση της διερευνητικής μάθησης αποκτούν ιδιαίτερη σημασία οι γνωστικές διεργασίες που αφορούν τη δραστηριότητα της διερεύνησης. Συνεπώς, το έργο του εκπαιδευτικού που εφαρμόζει τη μέθοδο θα πρέπει να εστιάζει σημαντικά και στην υποστήριξη των δεξιοτήτων αυτών για τους μαθητές.

Οι de Jong και Njoo (1992) πρότειναν (και η πρότασή τους γίνεται ακόμη και σήμερα δεκτή) ότι μπορούμε να διακρίνουμε δύο κατηγορίες γνωστικών διεργασιών κατά τη διερευνητική μάθηση: *μετασχηματιστικές* και *ρυθμιστικές*. Οι μετασχηματιστικές είναι διεργασίες που σχετίζονται με την παραγωγή και οικοδόμηση γνώσης, ενώ οι ρυθμιστικές αφορούν τη διαχείριση της δραστηριότητας διερεύνησης. Εύκολα διαπιστώνει κανείς πως οι διεργασίες αυτές αντιστοιχούν σε σημαντικό βαθμό στις φάσεις του κύκλου διερεύνησης που αναφέραμε παραπάνω. Πιο συγκεκριμένα:

(A) Μετασχηματιστικές (transformative) διεργασίες

Πρόκειται για γνωστικές διεργασίες που βοηθούν τον εκπαιδευόμενο να παραγάγει νέα γνώση κατά τη διερευνητική εμπειρία, δηλ. να διατυπώσει και να οργανώσει χρήσιμα συμπεράσματα με βάση τα αποτελέσματα της έρευνάς του. Περιλαμβάνουν:

- *Ανάλυση:* Ο αναλυτικός εντοπισμός και συσχέτιση των μεταβλητών του μοντέλου, καθώς και υπόδειξη των πιθανών γενικών ιδιοτήτων του μοντέλου.
- *Διατύπωση υποθέσεων:* Η διατύπωση μιας σχέσης μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών εισόδου και εξόδου με στόχο τον έλεγχο και διερεύνησή της.
- *Πειραματισμός/Έλεγχος:* Η εκτέλεση πειραμάτων με στόχο να ελεγχθεί μια υπόθεση. Περιλαμβάνονται: η σχεδίαση του πειράματος, η εκτίμηση για το πιθανό αποτέλεσμα, η ερμηνεία των αποτελεσμάτων.
- *Αξιολόγηση:* Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων.

(B) Ρυθμιστικές (regulative) διεργασίες

Πρόκειται για γνωστικές διεργασίες που βοηθούν τους μαθητές να διαχειριστούν και να κατευθύνουν τη διερευνητική δραστηριότητα. Περιλαμβάνουν:

- *Σχεδίαση:* Η σχεδίαση είτε ολοκληρωμένης της ερευνητικής πορείας είτε κάποιας από τις επιμέρους μετασχηματιστικές διαδικασίες.
- *Πιστοποίηση:* Ο έλεγχος της ορθότητας και εγκυρότητας των διερευνητικών πρακτικών που εφάρμοσαν οι μαθητές και των αποτελεσμάτων που προέκυψαν.

- *Εποπτεία*: Η παρατήρηση, παρακολούθηση και λογική οργάνωση των διαφόρων ενεργειών στην πορεία της διερευνητικής μάθησης.

5.5.3. Ερευνητικά στοιχεία για τη Διερευνητική Μάθηση με χρήση Προσομοιώσεων

Οι προτάσεις των εποικοδομιστών για ανακαλυπτική/διερευνητική μάθηση προσέλκυσε το ενδιαφέρον της έρευνας με στόχο να τεκμηριωθεί αν πράγματι το διδακτικό αυτό μοντέλο οδηγεί σε ποιοτικότερα αποτελέσματα μάθησης. Τα σχετικά ερευνητικά δεδομένα μέχρι τώρα στηρίζουν τα εξής συμπεράσματα:

(Α) Η διερευνητική μάθηση χρειάζεται εκπαιδευτική καθοδήγηση και υποστήριξη.

Η έρευνα καταδεικνύει πως η διερευνητική μάθηση απαιτεί σημαντικές δεξιότητες από πλευράς των μαθητών και πως η καθοδήγηση του εκπαιδευτικού είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων διερεύνησης και την οικοδόμηση γνώσης. Έτσι, το διδακτικό μοντέλο συμπληρώνεται ως «καθοδηγούμενη» διερευνητική μάθηση.

Χωρίς υποστήριξη το διδακτικό μοντέλο δεν είναι αποδοτικό, καθώς οι μαθητές που αυτενεργούν δεν διαθέτουν κατά κανόνα ανεπτυγμένες δεξιότητες διερεύνησης και δεν μπορούν να ανακαλύψουν τις γνώσεις που υποτίθεται ότι πρέπει να οικοδομήσουν (de Jong, 2006). Οι Kirschner, Sweller και Clark (2006) τονίζουν χαρακτηριστικά πως πενήντα χρόνια έρευνας δεν έχουν προσφέρει ουσιαστικά στοιχεία που να υποστηρίζουν πως η χωρίς υποστήριξη διερευνητική μάθηση μπορεί να είναι αποδοτική. Η έρευνα μεταανάλυσης των Alfieri et al. (2011) επιβεβαιώνει αυτές τις επιφυλάξεις. Οι ίδιοι ερευνητές (Kirschner et al., 2006) θεωρούν πως τα στοιχεία αυτά αποδυναμώνουν γενικότερα τις προτάσεις του εποικοδομισμού που δίνουν έμφαση στον ενεργό ρόλο του μαθητή και, αντίθετα, αναδεικνύουν τον καθοδηγητικό ρόλο του δασκάλου στις περισσότερο δασκαλοκεντρικές μορφές εκπαίδευσης. Αντικρούοντας τις θέσεις αυτές, οι Schmidt, Loyens, Van Gog, & Paas (2007) υπογραμμίζουν πως τα εποικοδομικά μοντέλα (όπως και η διερευνητική μάθηση) είναι απόλυτα συμβατά με την ιδέα της παροχής συστηματικής και οργανωμένης υποστήριξης προς τον μαθητή. Πράγματι, η υποβοήθηση (scaffolding) των μαθητών και η απόσυρσή της (fade-out), καθώς οι μαθητές αναπτύσσουν δεξιότητες και δρουν αυτοδύναμα, είναι κάτι που εφαρμόζεται και ερευνάται συχνά σε εποικοδομικού τύπου εκπαιδευτικές δραστηριότητες (π.χ. Wecker & Fischer, 2007).

(Β) Η καθοδηγούμενη διερεύνηση οδηγεί σε βελτιωμένη μάθηση σε σχέση με την παραδοσιακή δασκαλοκεντρική μέθοδο της άμεσης παρουσίασης γνώσεων από τον δάσκαλο.

Όταν υπάρχει καθοδήγηση, τότε καταγράφονται βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνεται και η ικανοποιητική ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης των μαθητών (van Joolingen, de Jong & Dimitrakopoulou, 2007). Άλλα πλεονεκτήματα που εντοπίζονται αφορούν τόσο τη μακρόχρονη διατήρηση της γνώσης στη μνήμη όσο και την ικανότητα μεταφοράς της γνώσης σε νέα προβλήματα. Το εκπαιδευτικό λογισμικό παίζει πάντοτε σημαντικό ρόλο σε τέτοιες δραστηριότητες, προσφέροντας εργαλεία για την προσομοιωμένη εκτέλεση πειραμάτων (ή άλλου είδους δραστηριοτήτων διερεύνησης και ανακάλυψης γνώσης), καθώς επίσης και υποστήριξη προς τους μαθητές σχετικά με τη μέθοδο της διερεύνησης (π.χ. σενάρια διερεύνησης, κατευθυντικές ερωτήσεις, βήματα της πορείας κ.ά).

Κλείνουμε το κεφάλαιο αυτό με ένα γενικό συμπέρασμα: Ο εποικοδομισμός δίνει έμφαση στην ανάπτυξη δεξιοτήτων οικοδόμησης γνώσης των μαθητών, σε αντίθεση με την κλασική εκπαιδευτική προσέγγιση που τυπικά εστιάζει ισχυρά στην εκμάθηση του γνωστικού αντικειμένου. Επομένως, η εφαρμογή ή αξιολόγηση των εποικοδομικών μοντέλων, χωρίς να υποστηρίζεται η ανάπτυξη αυτών των γενικών (οριζόντιων) δεξιοτήτων ή χωρίς να αξιολογείται η ανάπτυξή τους, είναι παντελώς λανθασμένη κατανόηση και προσέγγιση στον εποικοδομισμό.

Βιβλιογραφία/Αναφορές

Alessi, S.M., & Trollip, S. R. (2001). *Πολυμέσα και Εκπαίδευση* [απόδοση στα ελληνικά: Χ.Α. Κουτρούμπα], 2^η έκδοση. Αθήνα: Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας.

- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, *103*(1), 1-18. doi:10.1037/a0021017
- Anderson, R. C. (1977). The Notion of Schemata and the Educational Enterprise: General Discussion of the Conference. In R. C. Anderson, R. J. Spiro and W. E. Montague (Eds.), *Schooling and the acquisition of knowledge*, 415-431, Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Bartlett, F. C. (1932). *Remembering: A Study in Experimental and Social Psychology*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Bruner, J. S. (1960). *The Process of education*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (1961). *The act of discovery*. Harvard Educational Review, *31*(1), 21-32.
- Bruner, J. S. (1978). The role of dialogue in language acquisition. In A. Sinclair, R. J. Jarvelle and W. J.M. Levelt (eds.), *The Child's Concept of Language*. New York: Springer-Verlag.
- Bruner, J. S. (1986). *Actual Minds, Possible Worlds*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Chapman, M. (1988). *Constructive evolution: origins and development of Piaget's thought*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2003). *e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. San Francisco: Jossey-Bass.
- de Jong, T. (2006). Technological advances in inquiry learning. *Science*, *312*, 532-533.
- de Jong, T., & Njoo, M. (1992). Learning and instruction with computer simulations: learning processes involved. In E. de Corte, M. Linn, H. Mandl and L. Verschaffel (Eds.), *Computer-based learning environments and problem solving*. Berlin: Springer-Verlag.
- Doise, W., & Mugny, G. (1988). *Η κοινωνική ανάπτυξη της νοημοσύνης*. Αθήνα: Πατάκης.
- Gros, B. (2002). Knowledge Construction and Technology. *Jl. of Educational Multimedia and Hypermedia*, *11*(4), 323-343.
- Jonassen, D. H., (1994). Thinking Technology: Toward a constructivist design model. *Educational Technology*, *34*(3), 34-37.
- Jonassen, D. H. (1999). Designing Constructivist Learning Environments. In C. M. E. Reigeluth, *Instructional-Design Theories and Models*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, *2*, 215-239.
- Karagiorgi, Y., & Symeou, L. (2005). Translating Constructivism into Instructional Design: Potential and Limitations. *Educational Technology & Society*, *8*(1), 17-27.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, *41*, 75-86.
- Kitchener, R. (1986). *Piaget's theory of knowledge*. New Haven: Yale University Press.
- Norman, G., Dore, K., & Grierson, L. (2012). The minimal relationship between simulation fidelity and transfer of learning. *Medical Education*, *46*, 636-647.
- Piaget, J. (1928). *The Child's Conception of the World*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Schmidt, H. G., Loyens, S. M. M., Van Gog, T., & Paas, F. (2007). Problem-based learning is compatible with human cognitive architecture: Commentary on Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, *42*, 91-97.
- Van den Belt (2003). How to engage with experimental practices? Moderate versus radical constructivism. *Journal for General Philosophy of Science*, *34*, 201-219.
- Van Joolingen, W. R., De Jong, T., & Dimitrakopoulou, A. (2007). Issues in computer supported inquiry learning in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, *23*(2), 111-119.

Wecker, C., & Fischer, F. (2007), Fading scripts in computer-supported collaborative learning: the role of distributed monitoring. In Proceedings of the 8th *International Conference on Computer-Supported Collaborative Learning* (CSCL'07), pp. 764-772.

Wood, D. J., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychiatry and Psychology*, 17(2), 89-100.

Πηγές στο Διαδίκτυο

Constructivism. (n.d.). Wikipedia article. Retrieved from

http://en.wikipedia.org/wiki/Constructivism_%28philosophy_of_education%29

Interactive Physics: Physics simulation for the classroom. (n.d.). Retrieved from [http://www.design-](http://www.design-simulation.com/IP/Index.php)

[simulation.com/IP/Index.php](http://www.design-simulation.com/IP/Index.php)

Computer simulations in Science. (n.d.). Retrieved from <http://plato.stanford.edu/entries/simulations-science/>

Stella modeler. (n.d.). Retrieved from <http://www.iseesystems.com/software/Education/StellaSoftware.aspx>

Simquest. (n.d.). Retrieved from <http://www.simquest.nl/>

De Jong, T. (2006). Technological advances in Inquiry Learning. *Science*, vol. 312. Retrieved from

<http://users.edte.utwente.nl/jong/JongScience2006.pdf>

Κριτήρια αξιολόγησης

1) Πώς θα χαρακτηρίζατε ένα λογισμικό που επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργήσουν προσομοιώσεις φαινομένων φυσικής και να πειραματιστούν με αυτές;

(A) Προσομοίωση

(B) Μικρόκοσμο

(Γ) Περιβάλλον μοντελοποίησης

(Δ) Εφαρμογή εννοιολογικής χαρτογράφησης

2) Η αρχιτεκτονική ενός εκπαιδευτικού λογισμικού τύπου προσομοίωσης περιλαμβάνει:

(A) Ένα επίπεδο προσαρμογής (adaptation level) που περιλαμβάνει τους κανόνες προσαρμογής στα χαρακτηριστικά του εκπαιδευόμενου.

(B) Ένα ενδιάμεσο επίπεδο «διδασκτικού μοντέλου» που περιλαμβάνει το μοντέλο προσομοίωσης και στοιχεία εκπαιδευτικής υποστήριξης.

(Γ) Ένα ενδιάμεσο επίπεδο «διδασκτικού μοντέλου» που περιλαμβάνει το μοντέλο παρουσίασης της πληροφορίας και των ασκήσεων που προτείνονται στον εκπαιδευόμενο.

(Δ) Ένα ενδιάμεσο μοντέλο προσομοίωσης που περιλαμβάνει τους κανόνες παρουσίασης της πληροφορίας και των ασκήσεων που προτείνονται στον εκπαιδευόμενο.

3) Σε ποιες από τις παρακάτω περιπτώσεις θα χαρακτηρίζατε ως «γνωστικό εργαλείο» ένα λογισμικό; (Επιλέξτε όσες απαντήσεις θεωρείτε σωστές.)

(A) Το λογισμικό χρησιμοποιεί πολλαπλές αναπαραστάσεις για την παρουσίαση της γνώσης.

(B) Το λογισμικό επιτρέπει την επικοινωνία των μαθητών μεταξύ τους από απόσταση.

(Γ) Το λογισμικό διευκολύνει τη διερεύνηση προσομοιωμένων συστημάτων από τον μαθητή.

(Δ) Το λογισμικό προτείνει οργανωμένες σειρές ασκήσεων για συστηματική εξάσκηση.

- (E) Το λογισμικό επιτρέπει την απάντηση σε ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις κλειστού τύπου.
(ΣΤ) Το λογισμικό είναι υπολογιστικό φύλλο και επιτρέπει την ευέλικτη διαχείριση δεδομένων.

4) Σε μια προσομοίωση λογικών κυκλωμάτων ένα κύκλωμα αναπαρίσταται απλά ως «μαύρο κουτί» με τις εισόδους (που μπορεί να ρυθμίσει ο χρήστης της προσομοίωσης) και τις εξόδους του (όπου μπορεί κανείς να παρατηρήσει τις τιμές που δίνει στην έξοδο το κύκλωμα). Ποιο από τα παρακάτω είδη πιστότητας είναι υψηλό στην προσομοίωση αυτή;

- (A) Φυσική πιστότητα
(B) Διαχειριστική πιστότητα
(Γ) Λειτουργική πιστότητα
(Δ) Αντιληπτική πιστότητα

5) Αντιστοιχίστε τους θεωρητικούς του εποικοδομισμού (αριστερά) με χαρακτηριστικές συνεισφορές τους (δεξιά):

(A) Piaget	(1) Προοδευτική εκπαίδευση
(B) Bruner	(2) Κονστραξιονισμός
(Γ) Dewey	(3) Στάδια νοητικής ανάπτυξης
(Δ) Papert	(4) Ανακαλυπτική μάθηση

6) Αντιστοιχίστε τα λογισμικά (αριστερά) με την κατηγορία στην οποία ανήκουν (δεξιά) (σε μια κατηγορία μπορεί να ανήκουν περισσότερα του ενός λογισμικά):

(A) Scratch	(1) Προσομοίωση
(B) Flight simulator	(2) Μικρόκοσμος
(Γ) Interactive Physics	(3) Μοντελοποιητής
(Δ) NetLogo	
(E) Microworlds Pro	

7) Είναι σωστή ή λανθασμένη η παρακάτω θέση;

«Ο εποικοδομισμός είναι μια γνωσιακή θεωρία που δίνει έμφαση στις διαδικασίες ενεργού οικοδόμησης γνώσης από τους μαθητές».

8) Είναι σωστή ή λανθασμένη η παρακάτω θέση;

«Η ανακαλυπτική/διερευνητική μάθηση στοχεύει στην ενεργό ανακάλυψη και οικοδόμηση της γνώσης από πλευράς μαθητών χωρίς την παρέμβαση του εκπαιδευτικού και μέσω της διάδρασης με τεχνολογικά περιβάλλοντα όπως π.χ. οι προσομοιώσεις μάθησης».

9) Ποιο από τα παρακάτω χαρακτηριστικά μπορεί να μην συμπεριλαμβάνεται ή αναφέρεται στο λογισμικό μιας εκπαιδευτικής προσομοίωσης;

- (A) Εκπαιδευτική καθοδήγηση
(B) Λειτουργική πιστότητα
(Γ) Υπολογιστικό μοντέλο
(Δ) Διεπαφή χρήστη

10) Το σημαντικό πλεονέκτημα ενός υπολογιστικού μοντέλου (σε σχέση με ένα μη υπολογιστικό) είναι ότι:

- (A) Είναι ποσοτικό, δηλ. περιλαμβάνει και βασίζεται σε μετρήσιμα μεγέθη.

- (B) Είναι «εκτελέσιμο», δηλ. μπορεί ο χρήστης να ελέγξει τη συμπεριφορά του με τη βοήθεια υπολογιστή.
(Γ) Είναι επιστημονικό, δηλ. βασίζεται στην επιστημονική έρευνα και γνώση.
(Δ) Είναι ποιοτικό, δηλ. αναπαριστά γνώσεις που δεν μπορούν να εκφραστούν με μετρήσιμο τρόπο.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

- 1) B
- 2) B
- 3) Γ, ΣΤ
- 4) Γ
- 5) Α-3, Β-4, Γ-1, Δ-2
- 6) Α-2, Β-1, Γ-2, Δ-3, Ε-2
- 7) ΣΩΣΤΗ
- 8) ΛΑΘΟΣ (όσον αφορά το «χωρίς την παρέμβαση του εκπαιδευτικού»)
- 9) Α
- 10) Β