|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **\** | **Προχωρημένη επιμόρφωση για την αξιοποίηση και εφαρμογή των Τ.Π.Ε. στη διδακτική πράξη**  **Επιμόρφωση Β2 επιπέδου ΤΠΕ**  **Συστάδα: ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ** | |
| **ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ**  **Ποιες είναι οι δυνατότητες των**  **Προσομοιώσεων** | | |
| **Έκδοση 3η**  **Φεβρουάριος 2025** | | |
| Πράξη: | | ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΑΞΗ (ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ Β’ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΠΕ)/ Μεταφερόμενη πράξη της ΠΠ 2014-2020 |
| Φορείς Υλοποίησης: | | Δικαιούχος  φορέας:  Διεύθυνση Εκπαιδευτικών Τεχνολογιών,  Επιμόρφωσης και Πιστοποίησης |
| INCLUSIVE SCHOOLS - Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής ΠολιτικήςΣυμπράττων  φορέας: |
| https://www.minedu.gov.gr/images/banners/mainlogo.png | | https://espa-anthropinodynamiko.gr/wp-content/uploads/2022/12/3.jpg |

**Περιεχόμενα**

[Ποιες είναι οι δυνατότητες των προσομοιώσεων 3](#_Toc191889156)

**Ποιες είναι οι δυνατότητες των προσομοιώσεων**

Οι προσομοιώσεις θεωρούνται ως ένα πολύ χρήσιμο στοιχείο του μαθησιακού περιβάλλοντος στις Φυσικές Επιστήμες και στον Πίνακα 1, παρουσιάζεται μια ανάλυση των δυνατοτήτων τους, σε προσαρμογή από τους Papadouris & Constantinou (2009) και η πιθανή συμβολή τους σε μαθησιακά περιβάλλοντα σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες.

Πίνακας 1. Οι δυνατότητες που παρέχουν οι προσομοιώσεις και η πιθανή τους συμβολή στο μαθησιακό περιβάλλον των Φυσικών Επιστημών.

|  |  |
| --- | --- |
| Τι δυνατότητες παρέχουν οι  προσομοιώσεις; | Ποια είναι η πιθανή συμβολή τους στο μαθησιακό περιβάλλον των Φυσικών Επιστημών; |
| Εκτέλεση  δυναμικών  εικονοποιημένων  προσομοιώσεων  φυσικών  φαινομένων &  συστημάτων | * Εικονοποίηση πολύπλοκων και αφηρημένων φυσικών συστημάτων & φαινομένων * Ανάπτυξη νοητικών μοντέλων για την αναπαράσταση αφηρημένων και συνεπαγόμενων εννοιών * Άμεση συλλογή πειραματικών (ψευδο-) δεδομένων * Αξιολόγηση της εγκυρότητας των νοητικών μοντέλων των μαθητών και σταδιακή τους βελτίωση * Πρόκληση γνωστικών συγκρούσεων |
| Εκτέλεση εικονικών πειραμάτων για τα οποία φυσιολογικά απαιτούνται ιδανικές συνθήκες | Αξιολόγηση της εγκυρότητας θεωρητικών αρχών σε  συνθήκες οι οποίες είναι δύσκολο ή αδύνατο να επιτευχθούν φυσιολογικά. |
| Διερεύνηση περισσοτέρων της μιας  αναπαράστασης ενός φυσικού  φαινομένου | * Επίτευξη βαθύτερης κατανόησης των υπό μελέτη φυσικών φαινομένων * Ερμηνεία ιδεών από τη μια αναπαράσταση στην άλλη * Αξιολόγηση των εναλλακτικών μορφών αναπαράστασης * Ανάπτυξη δεξιοτήτων επιλογής και συνδυασμού των κατάλληλων μορφών αναπαράστασης για την επικοινωνία και |

|  |  |
| --- | --- |
|  | έκφραση συγκεκριμένων ιδεών  • Ανάπτυξη αυτογνωσίας σχετικά με τα χαρακτηριστικά της αποτελεσματικής επικοινωνίας |
| Έλεγχος και  διαχωρισμός των μεταβλητών που επηρεάζουν ένα φυσικό σύστημα | * Ανάπτυξη δεξιοτήτων σε σχέση με την διεξαγωγή έγκυρων πειραμάτων διαμέσου κατάλληλου χειρισμού των μεταβλητών * Αναγνώριση των αιτιακών σχέσεων και των μη συσχετιζόμενων παραμέτρων |

Οι προσομοιώσεις, μπορούν να παρέχουν στους μαθητές τη δυνατότητα να παρατηρούν πως συμπεριφέρονται τα φυσικά συστήματα ή φαινόμενα, αλλά και πώς μεταβάλλεται η συμπεριφορά τους καθώς διαχειρίζονται τις μεταβλητές που τα επηρεάζουν. Με τον τρόπο αυτό δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να εικονοποιήσουν και να κατανοήσουν αντίστοιχες αφηρημένες έννοιες και τη λειτουργία πολύπλοκων μηχανισμών (White and Frederiksen 1998). Για παράδειγμα, σε μια προσομοίωση όπως η «Πυκνότητα» <(https://phet.colorado.edu/el/simulation/leoacv/densitv)>, ο χρήστης καλείται να διαχειριστεί μεταβλητές όπως ο όγκος και η μάζα του σώματος ή η πυκνότητα του υγρού, με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να εξάγει συμπεράσματα και να τα αιτιολογεί.

Τη ίδια στιγμή, οι μαθητές μπορούν να κατασκευάσουν νοητικά μοντέλα για να αναπαραστήσουν τις αφηρημένες και συνεπαγόμενες έννοιες και μηχανισμούς. Εξαιτίας αυτού, σημαντική θεωρείται η συνεισφορά τους στον επιστημονικό τρόπο σκέψης (scientific reasoning) η οποία αποτελεί με τη σειρά της όψη της κριτικής σκέψης και του επιστημονικού γραμματισμού (Develaki, 2017). Σε μια προσομοίωση όπως τα «Μοντέλα του Ατόμου του Υδρογόνου» <(https://phet.colorado.edu/el/simulation/leoacv/hvdrooen-atom)>. μπορούμε να διερευνήσουμε τη συμφωνία μεταξύ πειραματικών δεδομένων και θεωρητικών μοντέλων για το άτομο του Η, διαπιστώνοντας παράλληλα την απόρριψη ή εξέλιξη των θεωριών όπως αυτές έχουν προταθεί ιστορικά, ώστε να συμβαδίζουν με τα πειραματικά δεδομένα.

Η δυνατότητα που παρέχεται στους μαθητές για την διερεύνηση και διαχείριση ενός φυσικού συστήματος και την άμεση παρατήρηση των συνεπειών των δράσεών τους, μπορεί να υποστηρίξει την πρόκληση γνωστικών συγκρούσεων (Hennessy et al. 1995, Weller 1995). Η γνωστική σύγκρουση προκύπτει όταν οι μαθητές έρχονται σε επαφή με πειραματικές καταστάσεις οι οποίες αντιτίθενται στις προβλέψεις και τις προσδοκίες τους. Παρότι η γνωστική σύγκρουση έχει ευρύτερα αναγνωριστεί ως ένα πολύ σημαντικό στάδιο στην πορεία για την γνωστική αλλαγή (Posner et al. 1982), ο κατάλληλος τρόπος παρουσίασής της στους μαθητές (Limon 2001) και η πλαισίωσή της με κατάλληλες δραστηριότητες, αποτελεί μια πολύ σπουδαία πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς των Φυσικών Επιστήμων. Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας την προσομοίωση «Seasons And Ecliptic Simulator» [(http://astro.unl.edu/naap/motion1/animations/seasons ecliptic.swf)]((http://astro.unl.edu/naap/motion1/animations/seasons%20ecliptic.swf)), οι μαθητές μπορούν να διερευνήσουν το φαινόμενο της αλλαγής των εποχών, έχοντας ταυτόχρονα πολλαπλές και συγχρονικές αναπαραστάσεις του ίδιου φαινομένου και να διαπιστώσουν ότι η κλίση του άξονα της Γης και όχι η απόστασή της από τον Ήλιο, είναι ο κρίσιμος παράγοντας - αντίθετα με ότι συνήθως πιστεύουν.

Οι προσομοιώσεις επίσης προσφέρουν στους μαθητές τη δυνατότητα της εμπειρίας με πειράματα τα οποία είναι δύσκολο να διεξαχθούν στην πραγματικότητα. Πειράματα που απαιτούν ιδανικές συνθήκες, όπως επιφάνειες χωρίς τριβή, κίνηση χωρίς αντίσταση του αέρα ή χωρίς βαρύτητα, μπορεί να είναι πολύ δαπανηρά ή να είναι πρακτικά αδύνατο να διεξαχθούν στην πραγματικότητα. Κατά τον ίδιο τρόπο, φαινόμενα και φυσικές διεργασίες οι οποίες διαρκούν πολύ μεγάλα ή πολύ μικρά χρονικά διαστήματα, ή που είναι αόρατες, παρουσιάζουν μεγάλες πρακτικές δυσκολίες για την μελέτη τους και οι προσομοιώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την άρση των δυσκολιών αυτών και την διεξαγωγή τους σε ιδανικές και βολικές συνθήκες (π.χ. Hennessy et al., 1995; Scaife and Wellington, 1993). Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η προσομοίωση "Κατασκεύασε" ένα άτομο (<https://phet.colorado.edu/el/simulations/build-an-atom>), με τη χρήση της οποίας, οι μαθητές μπορούν να χειρίζονται «αόρατα» αντικείμενα όπως τα άτομα, τα ιόντα και τα υποατομικά σωματίδια κ.ά., και ταυτόχρονα να διαχειρίζονται τις σχετικές έννοιες.

Η απλοποιημένη αναπαράσταση της πραγματικότητας που υλοποιείται σε μια προσομοίωση, αποτελεί ένα χαρακτηριστικό που βοηθά τους μαθητές να επικεντρώσουν την προσοχή τους στα σημαντικά στοιχεία του φαινομένου. Έτσι ο τρόπος κατασκευής και λειτουργίας μιας προσομοίωσης, μπορεί να αποτελέσει νοητική «σκαλωσιά», υποβοηθώντας τη μάθηση (Finkelstein et al., 2005).

Οι προσομοιώσεις επίσης μπορούν να περιέχουν μια πολλαπλότητα τρόπων αναπαράστασης όπως εικόνες, ήχους, κινούμενα σχέδια και γραφήματα, οι οποίοι συνδυάζονται για την καλύτερη περιγραφή των φαινομένων. Το γεγονός αυτό μπορεί να συνεισφέρει στην μάθηση των Φυσικών Επιστημών με διάφορους τρόπους. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να οπτικοποιήσουν αφηρημένες και πολύπλοκες διαδικασίες του φυσικού κόσμου και να οδηγηθούν σε βαθύτερη κατανόηση των προσομοιωμένων φαινομένων. Χρησιμοποιώντας μια προσομοίωση όπως η «Εργαλειοθήκη δημιουργίας κυκλωμάτων: Συνεχές ρεύμα» (<https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-dc>) οι μαθητές μπορούν κατ' επιλογήν να έχουν πρόσβαση όχι μόνο σε μια ρεαλιστική ή διαγραμματική οπτική ενός ηλεκτρικού κυκλώματος, αλλά ακόμη και σε «αόρατα» στοιχεία (όπως τα ηλεκτρόνια), αλλά και σε τελείως θεωρητικά (όπως η συμβατική φορά του ρεύματος). Αντίστοιχα, στο «Ενεργειακό πάρκο skate: Θεμελιώδες» (<https://phet.colorado.edu/en/simulations/energy-skate-park-basics>)[,](https://phet.colorado.edu/el/simulation/energy-skate-park-basics)) μπορούμε να έχουμε την ρεαλιστική αναπαράσταση του φαινομένου και ταυτόχρονα αναπαραστάσεις της ταχύτητας, της ενέργειας με μορφή πίτας ή διαγράμματος, αλλά τη δυνατότητα ρύθμισης της τριβής ώστε να συγκρίνουμε τα πραγματικά φαινόμενα με τα θεωρητικά. Επίσης, είναι πιθανό να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα των διαφόρων εναλλακτικών αναπαραστάσεων στην παρουσίαση συγκεκριμένων πληροφοριών σε δεδομένες καταστάσεις, αλλά και να αναπτύξουν δεξιότητες απαραίτητες για την ερμηνεία εννοιών από την μια αναπαράσταση στην άλλη. Τέλος, είναι δυνατό να αναπτύξουν ικανότητες επικοινωνίας αλλά και να συνειδητοποιήσουν τι σημαίνει αποτελεσματική επικοινωνία. Συγκεκριμένα, είναι πιθανό να αναγνωρίσουν ότι η παρουσίαση πολύπλοκων πληροφοριών και ιδεών, μπορεί να ενισχυθεί με τον συνδυασμό πολλαπλών αναπαραστάσεων, όπως και το ότι συγκεκριμένες μορφές πληροφορίας παρουσιάζονται και μεταδίδονται καλύτερα με συγκεκριμένες μορφές αναπαράστασης.

Τέλος, τα λογισμικά προσομοιώσεων, παρέχουν εύκολο και χωρίς προβλήματα τρόπο ελέγχου και απομόνωσης των μεταβλητών, γεγονός που οδηγεί τους μαθητές στην ερμηνεία των αιτιακών σχέσεων και στην ταυτοποίηση των παραμέτρων οι οποίες δεν συσχετίζονται με τα υπό μελέτη φαινόμενα (Linn and Lehman 1999, Kuhn et al. 2000). Επομένως, δίνεται έτσι η δυνατότητα για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων των μαθητών στον έλεγχο των μεταβλητών και σε άλλες όψεις του πειραματισμού, όπως π.χ. στο σχεδιασμό πειραμάτων (Lefkos et al., 2011).

Τα εικονικά πειράματα μπορούν εύκολα και γρήγορα να επαναληφθούν πολλές φορές, με συνέπεια να μπορούν οι μαθητές να δοκιμάζουν τα μοντέλα τους και να αξιολογούν την εγκυρότητά τους, γεγονός που μπορεί να υποβοηθήσει την διαδικασία της σταδιακής τροποποίησής τους.

Για πολλά χρόνια στην εκπαιδευτική και επιστημονική κοινότητα των Φυσικών Επιστημών, υπάρχει μια συζήτηση σχετικά με τη σχέση των προσομοιώσεων με τα πραγματικά πειράματα (Kluge, 2014) και όπως φαίνεται ακόμη είναι ανοιχτή. Σε μια περισσότερο παραδοσιακή λογική, πολλές μελέτες επικεντρώθηκαν στην αντιπαραβολή των δυο προσεγγίσεων, υπερθεματίζοντας άλλοτε υπέρ των πραγματικών (Jaakkola & Nurmi, 2008) και άλλοτε υπέρ των προσομοιωμένων (Smetana & Bell, 2012). Ακολουθώντας μια διαφορετική προσέγγιση, υπάρχουν μελέτες που προτείνουν τη συνδυαστική και συμπληρωματική τους χρήση και διερευνούν πλέον όχι τα πλεονεκτήματα του ενός σε σχέση με το άλλο, αλλά τη σειρά διαδοχής τους. Έτσι, υπάρχουν μελέτες που υποστηρίζουν τη χρήση προσομοιώσεων ως προετοιμασία για το πραγματικό πείραμα (Limniou et al., 2007) και άλλες που προτείνουν τη χρήση τους μετά το πραγματικά πειράματα, προκειμένου να εμβαθύνουν οι μαθητές τα νοήματα που αποκόμισαν (Zacharias & de Jong, 2014).

Στο σημείο αυτό βέβαια απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να μην αναπτύξουν οι μαθητές μια λογική υπερ-απλούστευσης των φαινομένων, θεωρώντας ότι και στον πραγματικό κόσμο ο έλεγχος των μεταβλητών που επηρεάζουν τα φαινόμενα μπορεί να γίνει τόσο εύκολα και χωρίς προβλήματα. Σε οποιαδήποτε προσπάθεια σχεδιασμού ενός αξιόπιστου πειράματος, η απόφαση για το ποιες μεταβλητές πρέπει να ελεγχθούν, κατά μεγάλο μέρος εξαρτάται από πρακτικά ζητήματα και παράγοντες, όπως για παράδειγμα από το ποιες είναι οι μεταβλητές που μπορούν στην πραγματικότητα να μετρηθούν.

Σε κάθε περίπτωση βέβαια, είναι απαραίτητο να τονίσουμε δύο επιπλέον παράγοντες, οι οποίοι καθορίζουν σε πολύ σημαντικό βαθμό το πλαίσιο της προηγούμενης συζήτησης:

Α) Τη διδακτική προσέγγιση ένταξης των προσομοιώσεων που ακολουθείται κάθε φορά (Finkelstein et al., 2005)

Β) Το συγκεκριμένο παιδαγωγικό σχεδιασμό των προσομοιώσεων, προκειμένου να υποστηρίζουν τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες (Smetana & Bell, 2012).

References

de Jong, T., & van Joolingen, W. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. Review of Educational Research, (68), 179-202.

Develaki, M. (2017). Using Computer Simulations for Promoting Model-based Reasoning. Science & Education, 26(7-9), 1001-1027.

Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., ... Lemaster, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. Physical Review Special Topics - Physics Education Research, 1(1), 1-8.

Hennessy, S., Twigger, D., Driver, R., O’Shea, T., O’Malley, C. E., Byard, M., Draper, S., Hartley, R., Mohamed, R. and Scanlon, E. (1995) A classroom intervention using a computer- augmented curriculum for mechanics. International Journal of Science Education, 17(2), 189­206.

Jaakkola, T., & Nurmi, S. (2008). Fostering elementary school students’ understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities: Original article. Journal of Computer Assisted Learning, 24(4), 271-283.

Kluge, A. (2014). Combining Laboratory Experiments with Digital Tools to Do Scientific Inquiry. International Journal of Science Education, 26(13), 2157-2179

Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. Learning and Instruction, 13(2), 205-226.

Kuhn, D., Black, J., Keselman, A. and Kaplan, D. (2000) The development of cognitive skills to support inquiry learning. Cognition and Instruction, 18(4), 495-523.

Lefkos, I., Psillos, D., & Hatzikraniotis, E. (2011). Designing experiments on thermal interactions by secondary-school students in a simulated laboratory environment. Research in Science & Technological Education, 29(2), 189-204.

Limniou, M., Papadopoulos, N., Giannakoudakis, A., Roberts, D., & Otto, O. (2007). The

integration of a viscosity simulator in a chemistry laboratory. Chemistry Education Research and Practice, 8(2), 220-231.

Limon, M. (2001) On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal. Learning and Instruction, 11(4), 357-380.

Linn, X. and Lehman, J. (1999) Supporting learning of variable control in a computer-based biology environment: effects of prompting college students to reflect on their own thinking. Journal of Research in Science Teaching, 36(7), 837-858.

Papadouris, N., & Constantinou, C. P. (2009). A methodology for integrating computer-based learning tools in science curricula. Journal of Curriculum Studies, 41(4), 521-538.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. and Gerzog, W. A. (1982) Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. Science Education, 66(2), 211­227.

Raghavan, K., Sartoris, M. L., & Glaser, R. (1998). Why Does It Go Up? The Impact of the MARS Curriculum as Revealed through Changes in Student Explanations of a Helium Balloon. Journal of Research in Science Teaching, 35(5), 547-567.

Ronen, M., & Eliahu, M. (2000). Simulation — a bridge between theory and reality: the case of electric circuits. Journal of Computer Assisted Learning, 16(1), 14-26. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2729.2000.00112.x>

Scaife, J., & Wellington, J. J. (1993). Information Technology in Science and Technology Education. Open University Press.

Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. International Journal of Science Education, 34(9), 1337-1370.

Weller, H. G. (1995) Diagnosing and altering three Aristotelian alternative conceptions in dynamics: microcomputer simulations of scientific models. Journal of Research in Science Teaching, 32(3), 271-290.

White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, Modeling, and Metacognition: Making Science Accessible to All Students. Cognition and Instruction, 16(1), 3-118.

Zacharia, Z. C., & de Jong, T. (2014). The Effects on Students’ Conceptual Understanding of Electric Circuits of Introducing Virtual Manipulatives Within a Physical Manipulatives- Oriented Curriculum. Cognition and Instruction, 32(2), 101-158.