

Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία

Τόμ. 18, Αρ. 1 (2022)

Open Education: The Journal for Open and Distance Education and Educational Technology



**Σχεδιασμός και Υλοποίηση ενός xMOOC για την
εξ Αποστάσεως Απόκτηση Χειραπτικών
Δεξιοτήτων στον Χειρισμό του Φωτονικού
Μικροσκοπίου**

*Ευγενία Παξινού, Κωνσταντίνος Μητρόπουλος,
Βασίλειος Ζαφειρόπουλος, Δημήτριος Καλλές*

doi: [10.12681/jode.29180](https://doi.org/10.12681/jode.29180)

Βιβλιογραφική αναφορά:

**Σχεδιασμός και Υλοποίηση ενός xMOOC για την εξ Αποστάσεως Απόκτηση
Χειραπτικών Δεξιοτήτων στον Χειρισμό του Φωτονικού Μικροσκοπίου**

**Design and Implementation of an xMOOC for at-a-distance Hands-on Training
in Handling a Photonic Microscope**

Ευγενία Παξινού

Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια
Καθηγήτρια – Σύμβουλος, ΕΑΠ
paxinou.evgenia@ac.eap.gr

Κωνσταντίνος Μητρόπουλος

Προγραμματιστής
kmitrop@otenet.gr

Βασίλειος Ζαφειρόπουλος

Εργαστηριακός Συνεργάτης - Προγραμματιστής, ΕΑΠ
vasiliszf@eap.gr

Δημήτριος Καλλές

Καθηγητής, ΣΘΕΤ - ΕΑΠ
kalles@eap.gr

Summary

The traditional classroom is being modified by two trends. The first trend is a change in pedagogy and the second trend is the rapid introduction of new teaching technologies. In more details, according to the cognitive science about how people learn, the students prefer to be active discoverers of knowledge instead of part of a passive audience. They also prefer to follow their own pace in learning using modern, interactive and digital technologies. In this concept, the Massive Open Online Courses (MOOCs) are a model that seeks to bring these two trends together, the pedagogical and the technological trend. There are no pre-requisites for learners other than an access to a PC, or a mobile device, and to the Internet, and some very basic computer skills. For many academics, MOOCs are a major revolution that covers all kinds of learning objects. In the above framework, the aim of this article is to present the designing steps of a MOOC entitled as "Photonic Microscopy: the Parts of a Photonic Microscope", in the context of the Open Courses offered by the Hellenic Open University (HOU) through the *Learn* platform. The uniqueness and the contribution of this particular MOOC is based on the fact that in addition to the printed educational material, the videos and the evaluation quizzes, it offers the experience to get acquainted with the use of a microscope by interacting with a virtual microscope through the Onlabs software - the Onlabs is a virtual reality software used at the Hellenic Open University for educational purposes (onlabs.eap.gr).

Through this MOOC, hands-on laboratory skills that are usually acquired through the physical presence in a laboratory, are transferred to learners by distance. The design and implementation of the MOOC polymorphic material was based on the West & Lionarakis model which provides guidelines for the development of distance learning educational material. The different categories of the educational material provided in

this MOOC, are presented in details. This MOOC is addressed to learners who wish to acquire, or refresh, their skills in handling the photonic microscope, while its potential audience is wide and the possibility of reusing this learning object in different educational contexts of formal and informal education, is very promising. The design of this particular MOOC is consistent with the learning theory of Behaviorism categorizing it as an xMOOC. Although this xMOOC provides the learner with structured information, it promotes interaction, autonomy and independence in learning through a basic simulation activity, contributing this way to knowledge construction. At the same time, it utilizes cutting-edge technology, such as virtual reality, to transfer hands-on laboratory skills in an innovative and modern didactic way. As the learners' actions, while interacting with the virtual reality microscope are recorded through an Analytics Platform, in our future research plans we intend to process the learners' profile aiming to modify and improve the teaching procedure in science courses.

Keywords

MOOCs, xMOOCs, Distance Learning Education, West & Lionarakis Model, Virtual Reality, Hands-on Skills, Onlabs, Microscope.

Περίληψη

Σκοπός του συγκεκριμένου άρθρου είναι να παρουσιάσει τη δομή ενός Μαζικού Ανοικτού Διαδικτυακού Μαθήματος (Massive Open Online Course - MOOC) με τίτλο «Φωτονική Μικροσκοπία: Τα μέρη ενός Φωτονικού Μικροσκοπίου», στο πλαίσιο των Ανοικτών Μαθημάτων που προσφέρει το Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (ΕΑΠ) μέσω της πλατφόρμας του, Learn. Η ιδιαιτερότητα και η συνεισφορά του συγκεκριμένου MOOC βασίζεται στο πολυμορφικό εκπαιδευτικό υλικό που το δομεί. Συγκεκριμένα, εκτός από το έντυπο υλικό, τα βίντεο και τα κουίζ αυτό-αξιολόγησης και ελέγχου μάθησης, προσφέρει στους εκπαιδευόμενους την εμπειρία να γνωρίσουν και να εξασκηθούν στη χρήση του μικροσκοπίου, μέσω της αλληλεπίδρασής τους με ένα εικονικό μικροσκόπιο. Η αλληλεπίδραση αυτή τους δίνει τη δυνατότητα να αποκτήσουν με μία εξ αποστάσεως διεργασία, εργαστηριακές δεξιότητες οι οποίες παραδοσιακά διδάσκονται και αποκτώνται μέσω της εξάσκησης σε ένα πραγματικό εργαστήριο. Ο σχεδιασμός και η υλοποίησή του πολυμορφικού υλικού του MOOC βασίστηκε στην τυπολογία West & Lionarakis η οποία παρέχει κατευθυντήριες αρχές σχετικά με την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Το εν λόγω MOOC απευθύνεται σε όποιον επιθυμεί να αποκτήσει, ή να ανανεώσει τις δεξιότητές του ως προς τον χειρισμό ενός φωτονικού μικροσκοπίου. Το δυναμικό του κοινό είναι ευρύ και η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του συγκεκριμένου μαθησιακού αντικείμενου σε διαφορετικά εκπαιδευτικά πλαίσια τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης, είναι μεγάλη. Παρότι μέσω του συγκεκριμένου MOOC παρέχονται στον συμμετέχοντα δομημένες πληροφορίες, κατηγοριοποιώντας το στα xMOOCs όπου κυριαρχεί η συμπεριφοριστική προσέγγιση, η δραστηριότητα προσομοίωσης η οποία παρέχεται ως μέρος του εκπαιδευτικού υλικού, προωθεί τη διάδραση, την αυτονομία και την ανεξαρτησία στη μάθηση, συμβάλλοντας στην ανοικοδόμηση της γνώσης. Μέσω αυτής της αλληλεπιδραστικής δραστηριότητας το συγκεκριμένο MOOC αξιοποιεί μία τεχνολογία αιχμής, όπως είναι η εικονική πραγματικότητα, για να μεταφέρει εξ αποστάσεως, και με μία καινοτόμα και σύγχρονη διδακτική προσέγγιση, χειραπτικές (hands-on) εργαστηριακές δεξιότητες.

Λέξεις - Κλειδιά

MOOCs, xMOOCs, Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, Τυπολογία West & Λιοναράκης, Εικονική Πραγματικότητα, Χειραπτικές Δεξιότητες, Onlabs, Μικροσκόπιο.

Εισαγωγή

Η ταχύτατη πρόοδος της τεχνολογίας επηρεάζει όλους τους τομείς της ζωής μας, άρα και την εκπαίδευση (Rutten, van Joolingen, & van der Veen, 2012; Collins & Halverson, 2018). Η ενσωμάτωση των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών (ΤΠΕ) στη διεργασία της διδασκαλίας και της μάθησης οδήγησε στην ηλεκτρονική εκπαίδευση συμβάλλοντας σημαντικά στην αποτελεσματική αφομοίωση της νέας πληροφορίας. Οι διδάσκοντες παραμένουν απαραίτητοι για τους εκπαιδευομένους αλλά στο νέο μαθητοκεντρικό περιβάλλον της ηλεκτρονικής μάθησης αποκτούν τον νέο ρόλο του ενορχηστρωτή. Ένας από τους βασικούς στόχους των διδασκόντων είναι η αξιοποίηση της τεχνολογίας και η εφαρμογή σύγχρονων διδακτικών προσεγγίσεων οι οποίες θα ξεπερνούν τα στερεότυπα, θα εναρμονίζονται με τη νέα καθημερινότητα, θα αυξάνουν την επιθυμία εμπλοκής των εκπαιδευομένων στη μαθησιακή διεργασία και θα αποτελούν αποτελεσματικά εργαλεία απόκτησης μαθησιακών δεξιοτήτων (Beheshti, 2018). Επιπλέον, οι εκπαιδευόμενοι καλλιεργώντας όλο και περισσότερο τις ψηφιακές τους δεξιότητες, λόγω της καθημερινής εξοικείωσής τους με smart phones, tablet, laptops κ.ά., εκφράζονται μέσα από την τεχνολογία, την αποζητούν στα σύγχρονα προγράμματα σπουδών και την επιλέγουν σαν μέσο μάθησης.

Στο πλαίσιο αυτού του σύγχρονου μοντέλου εκπαίδευσης, και ενώ ο ρυθμός της τεχνολογικής ανάπτυξης δεν παρουσιάζει ενδείξεις επιβράδυνσης, έχουν εμφανιστεί και συνεχώς αυξάνονται σε αριθμό, τα Μαζικά Ανοικτά Διαδικτυακά Μαθήματα (Massive Open Online Courses – MOOCs). Τα MOOCs απευθύνονται σε όλους, παρέχοντας δωρεάν πρόσβαση και προσφέροντας έναν διαφορετικό και καινοτόμο τρόπο ανοικτής διδασκαλίας και μάθησης, χωρίς να θυσιαστεί, όπως πρεσβεύουν, το επίπεδο της προσφερόμενης γνώσης (Jansen & Schuwer, 2015; Δούνη, 2021).

Το MOOC που αναπτύχθηκε σε αυτήν τη μελέτη έχει τίτλο «Φωτονική Μικροσκοπία: Τα μέρη ενός Φωτονικού Μικροσκοπίου» και ακρωνύμιο MOOC ΦΜΙ. Καλύπτει την ανάγκη δημιουργίας ενός MOOC όπου μέσω του εκπαιδευτικού του υλικού, θα προσφέρεται ένας τρόπος απόκτησης χειραπτικών εργαστηριακών δεξιοτήτων στον χειρισμό του μικροσκοπίου. Η αναγκαιότητα εξ αποστάσεως απόκτησης εργαστηριακών δεξιοτήτων τονίστηκε ακόμα περισσότερο τα τελευταία δύο χρόνια, στην περίοδο της πανδημίας του COVID19. Την περίοδο αυτή, παρότι η ακαδημαϊκή κοινότητα βρέθηκε αμήχανη και απροετοίμαστη να αντικαταστήσει τη δια ζώσης διδασκαλία με αυτή της εξ αποστάσεως, οι εκπαιδευτικοί γρήγορα, και αρκετά ικανοποιητικά, προσαρμόστηκαν στα νέα δεδομένα και κατάφεραν ό,τι δίδασκαν σε μία τάξη ή σε ένα αμφιθέατρο, να το παρουσιάσουν και στην εικονική τους τάξη. Τι συνέβη όμως με τα εργαστηριακά μαθήματα όπου η φυσική παρουσία των εκπαιδευομένων είναι απαιτούμενη; Πώς μπορεί σε καταστάσεις κρίσης ο εκπαιδευόμενος να αποκτήσει εξ αποστάσεως όλες αυτές τις δεξιότητες που σε κανονικές συνθήκες φοίτησης αποκτά μέσα από την άμεση επαφή με τον εργαστηριακό εξοπλισμό; Δυστυχώς, η πανδημία ανέδειξε την αδυναμία της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης (εξΑΕ) να προτείνει μεθόδους για τη διδασκαλία των εργαστηριακών μαθημάτων όπου απαιτείται αλληλεπίδραση με εργαστηριακά σκεύη και μηχανήματα.

Σε αυτό το άρθρο παρουσιάζεται η δομή του MOOC ΦΜΙ, ενός ανοικτού μαθήματος μικρής διάρκειας που παρέχεται στην πλατφόρμα Learn του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου (ΕΑΠ). Πρωταγωνιστής σε αυτό το MOOC επιλέχθηκε να είναι το μικροσκόπιο με δεδομένο ότι για τις Επιστήμες Υγείας αλλά και για τις Φυσικές Επιστήμες το εργαστηριακό αυτό όργανο αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες εφευρέσεις αφού δίνει τη δυνατότητα στους επιστήμονες να παρατηρούν και να κατανοούν τη βασική μονάδα ζωής, το κύτταρο, και άρα να εξηγούν τα φαινόμενα της ζωής. Η κεντρική δραστηριότητα αλληλεπίδρασης που παρέχεται στο MOOC βασίζεται στο Onlabs, μία εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας η οποία έχει δημιουργηθεί στο ΕΑΠ για εκπαιδευτικούς σκοπούς (onlabs.eap.gr). Είναι γεγονός ότι η εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality - VR) σαν τομέας επιστημονικής αιχμής, έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον της ευρύτερης κοινωνίας τις τελευταίες δεκαετίες. Με δεδομένο ότι οι πρακτικοί πειραματισμοί αποτελούν ουσιαστικό μέρος των περισσότερων εργαστηριακών μαθημάτων, αφού οι μαθητές πρέπει να αποκτήσουν όχι μόνο τις εννοιολογικές γνώσεις αλλά και κάποιες συγκεκριμένες πρακτικές δεξιότητες (Jimoyiannis, Mikropoulos & Ravanis, 2000; Paxinou et al., 2020a, 2020b), η εικονική πραγματικότητα είναι μία σύγχρονη και κυρίως αποτελεσματική μαθησιακά λύση για τη μεταφορά αυτών των δεξιοτήτων (Παξινού κ.ά., 2017; Paxinou et al., 2021a; Paxinou et al., 2021b; Verykios et al., 2021).

Δημιουργία και Κατηγορίες MOOCs

Τα MOOCs έχουν τα στοιχεία ενός παραδοσιακού μαθήματος αφού: (α) πραγματοποιούνται μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, (β) ορίζουν σαφή στόχο και συγκεκριμένα προσδοκώμενα αποτελέσματα, (γ) παρέχουν κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό, (δ) αξιολογούν τις επιδόσεις των συμμετεχόντων και (ε) παρέχουν πιστοποίηση παρακολούθησής τους (Schultz, 2014).

Τα MOOCs διακρίνονται κυρίως σε δύο κατηγορίες, τα cMOOCs (connectivist MOOCs ή Canadians MOOCs - οι δημιουργοί τους George Siemens, Stephen Downes και Dave Cormier είναι Καναδοί ερευνητές που στήριζαν το εγχείρημά τους πάνω στις αρχές της θεωρίας του κονεκτιβισμού), και σε xMOOCs (eXtension MOOC - τα οποία ακολουθούν περισσότερο ένα παραδοσιακό συμπεριφοριστικό μοντέλο) (Μπακογιάννη, 2018). Στα cMOOCs ο εκπαιδευόμενος έχει κεντρικό και ενεργό ρόλο (Reeves & Hedberg, 2014), καθορίζει τους στόχους και οργανώνει μόνος του τη διεργασία της μάθησης με βάση το προσωπικό μαθησιακό του στυλ. Με τα cMOOCs ενισχύεται η συνεργατική μάθηση αφού μέσω της τεχνολογίας και των κοινωνικών δικτύων δημιουργούνται κοινότητες μάθησης που οι εκπαιδευόμενοι θέτουν προβλήματα προς συζήτηση και επίλυση (Drake, O' Hara & Seeman, 2015).

Τα MOOCs είναι ένα δημιούργημα ενός δημοκρατικού εκπαιδευτικού συστήματος το οποίο αφογκράζεται καθημερινά τις ανάγκες της κοινωνίας, τροποποιείται, προσαρμόζεται και αγκαλιάζει νέες ιδέες και σύγχρονες εφαρμογές (Λιοναράκης κ.ά., 2020). Έτσι, τα MOOCs απευθύνονται σε όλους όσοι μπορούν να χειριστούν έναν υπολογιστή και να εξασφαλίσουν μία σύνδεση στο διαδίκτυο, δίνοντας τη δυνατότητα συμμετοχής και πρόσβασης στη γνώση και σε ανθρώπους που λόγω οικονομικών, γεωγραφικών, ηλικιακών ή και κοινωνικών περιορισμών, αδυνατούν να εγγραφούν σε ολοκληρωμένα πανεπιστημιακά προγράμματα σπουδών. Ωστόσο, όλοι οι εκπαιδευτικοί δεν αποδέχονται ανεπιφύλακτα τη ραγδαία ανάπτυξη των MOOCs. Αρκετοί ανησυχούν εάν τελικά τα MOOCs θα αντικαταστήσουν την παραδοσιακή «πρόσωπο με πρόσωπο» διδασκαλία και επικοινωνία με τους εκπαιδευόμενους (Καλογιαννάκης & Παπαδάκης, 2014). Επιπλέον, θεωρούν ότι το αυτόνομο μαθησιακό περιβάλλον και η απουσία παρακίνησης, καθοδήγησης και ενθάρρυνσης

από τον διδάσκοντα, μπορεί να δημιουργεί ένα χάος και να οδηγεί σε εγκατάλειψη των σπουδών, ίσως και σε μεγαλύτερο ποσοστό από αυτό που παρατηρείται στα παραδοσιακά προγράμματα σπουδών (Harris et al., 2011; Nawrot & Doucet, 2014; Γιασιράνης & Αλιβίζος, 2020). Επιπρόσθετα, αναφέρουν ότι η εμπλοκή των εκπαιδευομένων στη μαθησιακή διεργασία μέσω των πλατφορμών, παρέχει αφενός μία ανεξαρτησία στην πορεία της μάθησής τους, αλλά απαιτεί και αρκετά υψηλές τεχνικές δεξιότητες που πολλοί από τους συμμετέχοντες δεν διαθέτουν. Αναφερόμενοι στα xMOOCs, ερευνητές όπως οι Dawson et al. (2015) δηλώνουν ότι ο συμπεριφορισμός των ανοικτών αυτών μαθημάτων καταπνίγει τη δημιουργικότητα των εκπαιδευομένων καθώς και κάθε έκφραση καινοτομίας, ενώ ο Rodriguez (2013) θεωρεί ότι η διαδικασία εκμάθησης σε αυτήν την κατηγορία των MOOCs, απλά αντικαθιστά τη μελέτη ενός έντυπου εγχειριδίου.

Πώς όμως δημιουργήθηκαν τα MOOCs; Τον Οκτώβριο του 2011, στο Πανεπιστήμιο Stanford των Ηνωμένων Πολιτειών, ξεκίνησαν τρία ανοικτά διαδικτυακά μαθήματα. Ένα προς ένα, τα τρία αυτά μαθήματα έγιναν μαζικά, αφού οι εγγεγραμμένοι φοιτητές έφτασαν τους 100.000 σε κάθε ένα. Οι καθηγητές του εν λόγω πανεπιστημίου, Andrew Ng και Daphne Koller, επίσημα προσέφεραν τα πρώτα MOOCs τον Ιανουάριο του 2012. Από τότε, πάνω από 900 πανεπιστήμια σε όλον τον κόσμο δημιουργούν τα δικά τους ανοικτά μαθήματα, και εκτός από τις δημοφιλείς παγκόσμιες πλατφόρμες Coursera, edX, FutureLearn, όπου παρέχονται MOOCs ποικίλων μαθησιακών αντικειμένων, πολλά κράτη έχουν δημιουργήσει τις δικές τους πλατφόρμες. Στην Ελλάδα, MOOCs παρέχονται στην πλατφόρμα Learn (<http://Learn.eap.gr>) του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου, στην Mathesis (<http://mathesis.cup.gr/>) του Πανεπιστημίου Κρήτης, στην Open Courses (<https://opencourses.gr/>) από τα Ανώτατα και Τεχνολογικά Εκπαιδευτικά Ιδρύματα και στην mooc.edu.gr, την επίσημη διαδικτυακή πλατφόρμα του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων. Επιπλέον, από τον Φεβρουάριο του 2022 το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής(ΙΕΠ) παρέχει MOOCs μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας ασύγχρονης εξ αποστάσεως επιμόρφωσης, ierX, στο πλαίσιο της δράσης «επιμόρφωση, ενδοσχολική και εξ αποστάσεως, εκπαιδευτικών γενικής και ειδικής αγωγής».

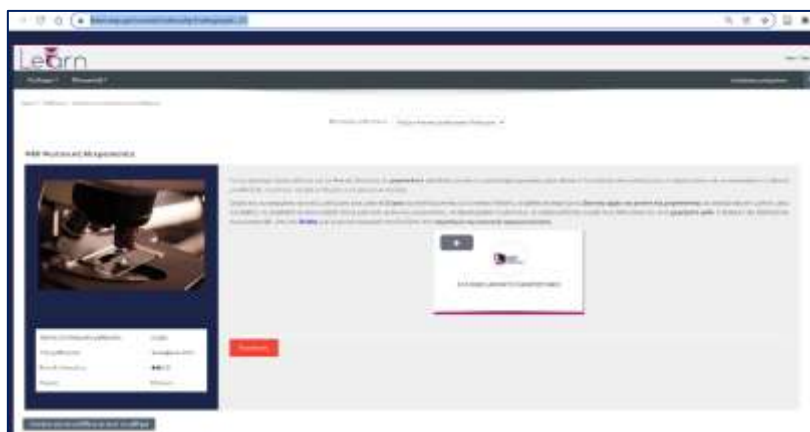
Η Δομή και το Εκπαιδευτικό Υλικό του MOOC ΦΜΙ

Οι τεχνολογίες θεωρούνται δικαίως πολύτιμα εργαλεία για την υποστήριξη της εξΑΕ. Παρότι όμως αποτελούν ένα σύγχρονο και ταχύτατο μέσο για τη μεταφορά της πληροφορίας, μεγάλη έμφαση θα πρέπει να δίνεται στο περιεχόμενο, στην εκπαιδευτική διαδικασία και στην παιδαγωγική αξιοποίηση του μέσου αυτού (Λιοναράκης κ.ά., 2020). Το εκπαιδευτικό υλικό που διανέμεται μέσω της τεχνολογίας θα πρέπει να σχεδιάζεται προσεκτικά με γνώμονα την ποιότητα και την αποτελεσματικότητά του. Το περιεχόμενό του οφείλει να βασίζεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και στις μαθησιακές ανάγκες της ομάδας στόχου, ενώ ο σχεδιασμός του να είναι κατάλληλος έτσι ώστε να αναπτύσσεται τόσο η γνώση όσο και οι δεξιότητες που απαιτούνται για το συγκεκριμένο περιεχόμενο (Κανελλόπουλος & Κουτσούμπα, 2017). Κατά τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό θα πρέπει επίσης να διατυπώνεται ένας σαφής σκοπός καθώς και συγκεκριμένα μαθησιακά αποτελέσματα. Τέλος, το υλικό θα πρέπει να είναι με τέτοιο τρόπο δομημένο ώστε να εμπλέκει στη μαθησιακή διεργασία τους μαθητές όλων των μαθησιακών στυλ, καλλιεργώντας συγκεκριμένες γνωστικές δεξιότητες και ικανοποιώντας τους αρχικά ορισμένους μαθησιακούς στόχους (Νικολάου, 2010).

Το MOOC που δημιουργήθηκε στην παρούσα μελέτη, είναι στην ουσία ένα ψηφιακό εκπαιδευτικό πακέτο όπου συνδυάστηκαν κείμενα, βίντεο, σύνδεσμοι που οδηγούν σε εξωτερικές πηγές, δραστηριότητες προσομοίωσης, καθώς και δραστηριότητες αυτοαξιολόγησης, με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετούνται συγκεκριμένοι εκπαιδευτικοί στόχοι. Ο σχεδιασμός του βασίστηκε στην άποψη του Κοζμα (2001) ο οποίος αναφέρει ότι «αυτό που κάνει τους μαθητές να μαθαίνουν δεν είναι ο ίδιος ο υπολογιστής αλλά ο σχεδιασμός μοντέλων της πραγματικής ζωής και η αλληλεπίδραση ανάμεσα στους μαθητές και στα μοντέλα». Το δυνητικό κοινό του συγκεκριμένου MOOC είναι ευρύ και περιλαμβάνει αρκετές ομάδες στόχους. Συγκεκριμένα απευθύνεται σε: (α) δασκάλους Α/θμιας Εκπαίδευσης, (β) καθηγητές Β/θμιας Εκπαίδευσης (γ) υπεύθυνους εργαστηρίων στα ΑΕΙ και στα ιδιωτικά ή δημόσια ΙΕΚ, (δ) πρωτοετείς φοιτητές Τμημάτων Φυσικών Επιστημών και Επιστημών Υγείας συμβατικών ή ανοικτών πανεπιστημίων και (ε) σπουδαστές παραϊατρικών επαγγελματιών ιδιωτικών και δημόσιων ΙΕΚ. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι μέσω του MOOC, οι δάσκαλοι της Β/θμιας εκπαίδευσης θα αποκτήσουν, ή θα επικαιροποιήσουν, τις γνώσεις χειρισμού ενός μικροσκοπίου προκειμένου να εκτελέσουν στα σχολικά εργαστήρια τα πειράματα των εργαστηριακών οδηγιών Βιολογίας Α', Β' και Γ' Γυμνασίου που αφορούν στη χρήση του μικροσκοπίου. Από την άλλη, οι προαναφερθείσες κατηγορίες των φοιτητών και των σπουδαστών, θα προετοιμαστούν στην χρήση του μικροσκοπίου πριν την προσέλευσή τους στα εργαστήρια, όπου θα κληθούν να χειριστούν για πρώτη φορά ένα ακριβό, ευαίσθητο και πολύπλοκο όργανο, όπως είναι το μικροσκόπιο.

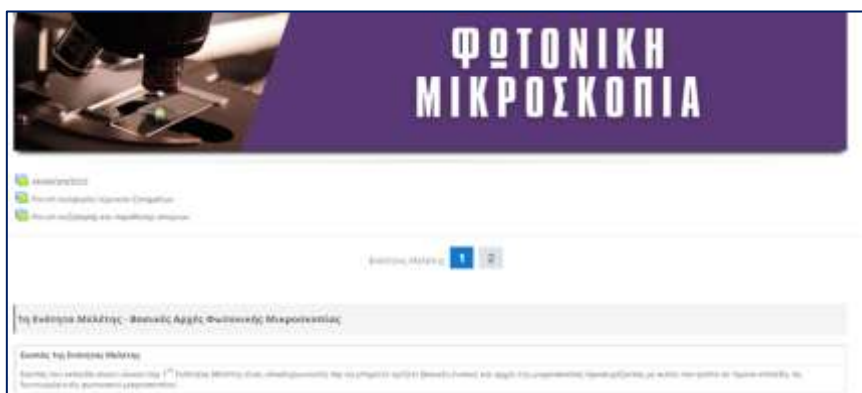
Στο πλαίσιο του συνολικού σχεδιασμού του MOOC ακολουθήθηκε η τυπολογία των West & Λιοναράκης (West, 1996; Λιοναράκης, 2001). Σύμφωνα με την τυπολογία αυτή, το εκπαιδευτικό υλικό του MOOC δομήθηκε σε τρεις δέσμες με διαφορετικές κατηγορίες υλικού στην καθεμία, προσδίδοντας στο ανοικτό αυτό μάθημα τον χαρακτήρα πολυμορφικότητας παρέχοντας έτσι στον εκπαιδευόμενο δυνατότητες πολλών επιλογών στη μελέτη του. Προκειμένου να ενισχυθεί η δυναμική εμπλοκή των εκπαιδευομένων στη μαθησιακή διεργασία, εντάχθηκε στη ροή του εκπαιδευτικού υλικού μία διαδραστική δραστηριότητα.

Στην αρχική σελίδα του μαθήματος, η οποία παρέχεται μέσω του συνδέσμου <https://learn.eap.gr/course/index.php?categoryid=25>, δίνονται οι παρακάτω πληροφορίες και επιλογές: (α) περιγράφεται εν συντομία το μαθησιακό αντικείμενο του MOOC, (β) δίνεται η επιλογή εμφάνισης πληροφοριών για τους συντελεστές του MOOC, (γ) παρουσιάζεται ένα ολιγόλεπτο βίντεο καλωσορίσματος όπου αναλύεται η δομή του MOOC καθώς και το δυνητικό κοινό του, και τέλος (δ) δίνεται η επιλογή της εγγραφής στο ανοικτό αυτό μάθημα (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Στιγμιότυπο της αρχικής σελίδας του MOOC ΦΜΙ.

Μετά τη διαδικασία της εγγραφής, ο εκπαιδευόμενος λαμβάνει το συνολικό εκπαιδευτικό υλικό το οποίο δομείται σε δύο Ενότητες Μελέτης (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Στιγμιότυπο του περιβάλλοντος του ΜΟΟC ΦΜΙ - Ο εκπαιδευόμενος επιλέγει μία εκ των δύο Ενοτήτων Μελέτης.

1^η Ενότητα Μελέτη: Βασικές Αρχές Φωτονικής Μικροσκοπίας

Η 1^η Ενότητα Μελέτης έχει τίτλο «Βασικές Αρχές Φωτονικής Μικροσκοπίας». Εξοικειώνει τον εκπαιδευόμενο με τις βασικές αρχές της φωτονικής μικροσκοπίας προσεγγίζοντας με αυτόν τον τρόπο, σε πρώτο επίπεδο, τη λειτουργία ενός φωτονικού μικροσκοπίου. Η συγκεκριμένη Ενότητα Μελέτης είναι εισαγωγική και προετοιμάζει τον εκπαιδευόμενο για την πρακτική του εμπλοκή με ένα φωτονικό μικροσκόπιο η οποία λαμβάνει χώρα στη 2^η Ενότητα κυρίως μέσα από τη τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας.

Πίνακας 1: Παρουσίαση του υλικού της 1^{ης} Ενότητας Μελέτης βάση της τυπολογίας West & Λιοναράκης.

1 ^Η ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ			
ΔΕΣΜΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΜΟΡΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΟΡΦΗΣ ΥΛΙΚΟΥ
1 ^η Δέσμη	Προκείμενα	Σκοπός	Σκοπός της 1 ^{ης} Ενότητας Μελέτης είναι ολοκληρώνοντάς την, να μπορείτε να ορίζετε τις βασικές έννοιες και τις αρχές της μικροσκοπίας προσεγγίζοντας με αυτόν τον τρόπο, σε πρώτο επίπεδο, τη λειτουργία ενός φωτονικού μικροσκοπίου.
		Μαθησιακά Αποτελέσματα	Αφού μελετήσετε το εκπαιδευτικό υλικό της 1 ^{ης} Ενότητας Μελέτης θα είστε σε θέση να: <ul style="list-style-type: none"> • Ξεχωρίζετε ποιο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος χρησιμοποιεί ένα φωτονικό μικροσκόπιο, • Αναφέρετε δομές ποιου μεγέθους μπορούν να

			<p>παρατηρηθούν μέσα από ένα φωτονικό μικροσκόπιο,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ορίζετε τι είναι συγκλίνοντες φακοί, • Διακρίνετε τη διαφορά ανάμεσα σε ξηρό και καταδυτικό αντικειμενικό φακό, • Ορίζετε τι είναι διάθλαση και τι δείκτης διάθλασης, • Κατονομάζετε τι είναι διακριτική ικανότητα, διακριτικό όριο και αριθμητικό άνοιγμα μικροσκοπίου, • Υπολογίζετε την ολική μεγέθυνση ενός φωτονικού μικροσκοπίου, • Εξηγείτε τον λόγο χρήσης κεδρέλαιου στους καταδυτικούς φακούς..
		Λέξεις-Κλειδιά	Φωτονικό μικροσκόπιο, ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, συγκλίνοντες φακοί, διακριτική ικανότητα, διακριτικό όριο, αριθμητικό άνοιγμα, διάθλαση, δείκτης διάθλασης, ξηρός φακός, καταδυτικός φακός, κεδρέλαιο.
	Κείμενο	Πληροφορίες πάνω στο Φωτονικό Μικροσκόπιο.	
	Μετακείμενα	Δραστηριότητα Ελέγχου	Κουίζ
2^η Δέση	Διακείμενα	Δραστηριότητα Αυτό-Αξιολόγησης	Δραστηριότητα εφαρμογής της εξίσωσης του Abbe για την επιλογή κατάλληλου φίλτρου με στόχο την αύξηση της διακριτικής ικανότητας του μικροσκοπίου.
	Επικείμενα	Κείμενο/Σύνδεση	Λαμπροπούλου, Μ. (2004). Εκμάθηση Μικροσκοπίου. Στο Γ. Χρυσάνθης, Δ. Τζαμαρίας, Μ. Λαμπροπούλου, Α. Καλιάφας, Μ. Κεφαλιακού, Α. Μίντζας, & Π. Κατσώρης (επιμ.), Εργαστηριακές Ασκήσεις Βιολογίας, (σσ. 49-74). Πάτρα: ΕΑΠ.
	Παρακείμενα	Φωτογραφίες & Τυπογραφικές Ιδιαιτερότητες.	
3^η Δέση	Πολυκείμενα	Κατευθύνσεις ως προς την εκπόνηση των κουίζ και των δραστηριοτήτων.	
	Πολύ-Αντικείμενα	1 ^ο Βίντεο: Φωτονικό Μικροσκόπιο - Βασικές Αρχές Φωτονικής Μικροσκοπίας (Α' Μέρος)	

		(9:41 min). 2 ^ο Βίντεο: Φωτονικό Μικροσκόπιο - Βασικές Αρχές Φωτονικής Μικροσκοπίας (Β' Μέρος) (4:48 min).
--	--	--

2^η Ενότητα Μελέτης: Τα Μέρη του Φωτονικού Μικροσκοπίου και η Χρήση τους
Η 2^η Ενότητα Μελέτης έχει ως σκοπό να εμπλέξει τον εκπαιδευόμενο και πρακτικά πλέον στη χρήση του μικροσκοπίου. Και στην Ενότητα αυτή το υλικό δομείται σε τρεις δέσμες, σύμφωνα με την τυπολογία West & Λιοναράκης, όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Παρουσίαση του υλικού της 2^{ης} Ενότητας Μελέτης
βάση της τυπολογίας West & Λιοναράκης.

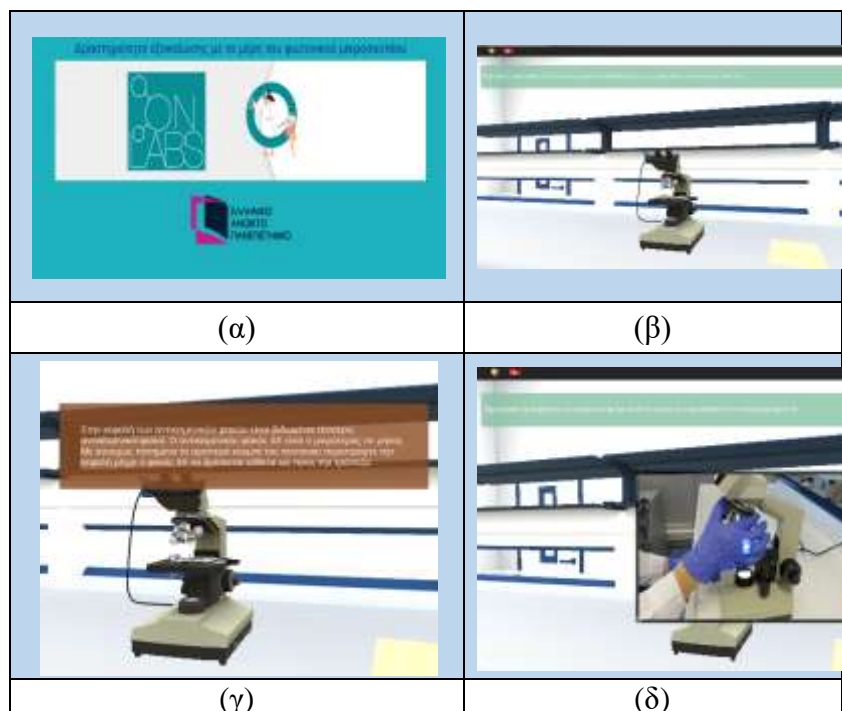
2 ^Η ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ			
ΔΕΣΜΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΜΟΡΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΟΡΦΗΣ ΥΛΙΚΟΥ
1 ^η Δέσμη	Προκείμενα	Σκοπός	Σκοπός του εκπαιδευτικού υλικού της 2 ^{ης} Ενότητας Μελέτης είναι ολοκληρώνοντάς την να μπορείτε να αναγνωρίζετε τη θέση, τη λειτουργία αλλά και τη χρήση όλων των μερών ενός φωτονικού μικροσκοπίου.
		Μαθησιακά Αποτελέσματα	Ολοκληρώνοντας τη μελέτη αυτής της Ενότητα θα είστε σε θέση να: <ul style="list-style-type: none"> • Κατονομάζετε όλα τα μέρη του φωτονικού μικροσκοπίου, • Προσδιορίζετε το ρόλο του κάθε μέρους του φωτονικού μικροσκοπίου, • Υποδεικνύετε την ακριβή θέση του κάθε μέρους του φωτονικού μικροσκοπίου, • Χειρίζεστε ορθά το κάθε μέρος του φωτονικού μικροσκοπίου.
		Λέξεις-Κλειδιά	Φωτονικό μικροσκόπιο, μέρη φωτονικού μικροσκοπίου, λειτουργία των μερών του φωτονικού μικροσκοπίου.
	Κείμενο	<ul style="list-style-type: none"> • Εκμάθηση Μικροσκοπίου: Τμήματα του σύνθετου μικροσκοπίου φωτεινού πεδίου. • Ιστορία Επιστημονικών Οργάνων: Η συμβολή του οπτικού μικροσκοπίου στην εξέλιξη της κυτταρικής θεωρίας. 	
	Μετακείμενα	Δραστηριότητα Ελέγχου	<ul style="list-style-type: none"> • Κουίζ • Αξιολόγηση του Ανοικτού

			Μαθήματος
2 ^η Δέσμη	Διακείμενα	Δραστηριότητα Αυτό- Αξιολόγησης	Δραστηριότητα διερεύνησης πιθανών λόγων δυσλειτουργίας του μικροσκοπίου.
	Επικείμενα	Κρίκος	Αλληλεπιδραστική δραστηριότητα χειρισμού εικονικού μικροσκοπίου.
	Παρακείμενα	Φωτογραφίες & Τυπογραφικές Ιδιαιτερότητες	
	Περικείμενα	Προαιρετική Μελέτη: Σύνδεση και περιήγηση στην ιστοσελίδα του εικονικού εργαστηρίου Onlabs.	
3 ^η Δέσμη	Πολυκείμενα	Κατευθύνσεις ως προς την εκπόνηση των κουίζ και των δραστηριοτήτων.	

Η 2^η Ενότητα Μελέτης συνδέει τα όσα θεωρητικά παρουσιάστηκαν στην 1^η Ενότητα, με την πράξη. Πρωταρχικό ρόλο σε αυτήν τη σύνδεση παίζει η αλληλεπιδραστική δραστηριότητα προσομοίωσης, η οποία αποτελεί μέρος της διεργασίας μάθησης στην ενότητα αυτή. Συγκεκριμένα, ο εκπαιδευόμενος αφού έχει μελετήσει το έντυπο υλικό της 2^{ης} Ενότητας Μελέτης, συνδέεται μέσω περιηγητή στη διεύθυνση http://onlabsweb.eap.gr/microscope_mooc/ όπου αλληλεπιδρά με ένα εικονικό μικροσκόπιο. Ακολουθεί αναλυτικές οδηγίες, με στόχο να διακρίνει και να χειριστεί τα διάφορα μέρη του.

Το εικονικό μικροσκόπιο αποτελεί μέρος του ευρύτερου εικονικού εργαστηρίου Onlabs που αναπτύσσεται από το 2013 στο ΕΑΠ. Το λογισμικό του Onlabs παρέχεται στο πακέτο φοιτητή του Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του ΕΑΠ, «Σπουδές στις Φυσικές Επιστήμες - ΦΥΕ». Έμπνευση για τη δημιουργία του Onlabs αποτέλεσε η ανάγκη των φοιτητών της ΦΥΕ να έχουν μία εξ αποστάσεως εξοικείωση και μία πρώτη επαφή με τα εργαστηριακά τους πειράματα, πριν έρθουν στους εργαστηριακούς χώρους του ΕΑΠ για το σύντομο χρονικό διάστημα που προβλέπεται από το χρονοδιάγραμμα των σπουδών τους (μία εβδομάδα ανά Εργαστηριακή Θεματική Ενότητα). Η εξ αποστάσεως αυτή εξάσκηση των φοιτητών, μέσω του προσομοιωμένου εργαστηριακού περιβάλλοντος του Onlabs, προσφέρει δύο πλεονεκτήματα στους φοιτητές: (α) είναι προετοιμασμένοι στο να χειρίζονται τοξικά αντιδραστήρια και ευαίσθητα όργανα του πραγματικού εργαστηρίου με μεγαλύτερη ασφάλεια και (β) στο πραγματικό εργαστήριο επικεντρώνονται στην ουσία του πειράματος χωρίς να τους απασχολούν τεχνικά ζητήματα λειτουργίας των μηχανημάτων, τα οποία έχουν ήδη λύσει με την αλληλεπίδρασή τους με το Onlabs. Το αλληλεπιδραστικό περιβάλλον μάθησης του Onlabs αποτελεί έναν σύγχρονο τρόπο εκμάθησης της λειτουργίας εργαστηριακών οργάνων ο οποίος με έναν βιωματικό τρόπο εμπλέκει ενεργά τον μαθητή στη μαθησιακή διεργασία.

Στην Εικόνα 3 παρουσιάζονται μερικά στιγμιότυπα της εφαρμογής, ενδεικτικά της μεθοδολογίας που ακολουθείται για την εκπαίδευση των συμμετεχόντων. Διαθέτοντας ένα PC και αφού γίνει σύνδεση στη διεύθυνση http://onlabsweb.eap.gr/microscope_mooc/, η εκπαίδευση ολοκληρώνεται μέσα από την πραγματοποίηση 14 βημάτων. Για κάθε βήμα δίνονται σαφείς οδηγίες με τη μορφή γραπτού μηνύματος στην οθόνη του PC (Εικόνα 3β). Στην περίπτωση που ο εκπαιδευόμενος δεν κατανοεί μία οδηγία, έχει τη δυνατότητα να ζητήσει βοήθεια επιλέγοντας ένα από τα εικονίδια-βοήθειας στην οθόνη. Η βοήθεια αυτή του παρέχεται είτε με τη μορφή κειμένου (Εικόνα 3γ) είτε με τη μορφή βίντεο (Εικόνα 3δ).



Εικόνα 3: Στιγμιότυπα από τη δραστηριότητα προσομοίωσης της 2^{ης} Ενότητας Μελέτης - (α) Η αρχική οθόνη της δραστηριότητας, (β) Εμφάνιση οδηγίας, (γ) Επιλογή βοήθειας με τη μορφή κειμένου και (δ) Επιλογή βοήθειας με τη μορφή βίντεο.

Η Θεωρητική Βάση του MOOC ΦΜΙ

Η εξΑΕ είναι μία εκπαιδευτική πρακτική η οποία συνεχώς εξελίσσεται και εκσυγχρονίζεται (Αργυρίου & Κουτσούμπα, 2011). Το MOOC ΦΜΙ, είναι ένα ανοικτό και ελεύθερο περιβάλλον μάθησης που μέσα από τη χρήση σύγχρονων μαθησιακών τεχνολογιών διαδικτύου υλοποιεί το όραμα της εξΑΕ προσφέροντας πολυμορφικό εκπαιδευτικό υλικό οργανωμένο βάσει της τυπολογίας West & Λιοναράκης.

Αν λάβουμε υπόψη μας ότι οι στόχοι των περιβαλλόντων μάθησης, όπως είναι τα MOOCs, είναι: (α) η διεκπεραίωση διαφόρων διεργασιών διοικητικής φύσης (εγγραφή εκπαιδευομένων, παράθεση βεβαιώσεων υποβολής εργασιών κ.ά.), (β) η ανάπτυξη εκπαιδευτικού πολυμορφικού υλικού (γραπτών κειμένων, βίντεο, δραστηριοτήτων αξιολόγησης με ανάδραση κ.ά.), (γ) η διάθεση των μαθησιακών πόρων σε ψηφιακή μορφή, (δ) η δημιουργία forum συζητήσεων, παράθεσης αποριών και προβλημάτων, και (ε) ο προγραμματισμός και η οργάνωση δραστηριοτήτων στο πλαίσιο της μαθησιακής διεργασίας (Αργυρίου & Κουτσούμπα, 2011), το συγκεκριμένο MOOC, μέσα από τα επιμέρους στοιχεία που το δομούν, θέτει τις προϋποθέσεις για να επιτευχθούν όλοι οι παραπάνω στόχοι.

Με βάση τα επιμέρους στοιχεία του εκπαιδευτικού υλικού τα οποία καθορίζουν και τη φυσιογνωμία ενός MOOC, θα λέγαμε ότι το συγκεκριμένο MOOC εντάσσεται στην κατηγορία των xMOOCs αφού συνάδει σε πολλά σημεία με τη θεωρία του συμπεριφορισμού. Καταρχάς, παρέχει στον εκπαιδευόμενο δομημένες πληροφορίες όπως βίντεο, έντυπο υλικό προς μελέτη, δραστηριότητες και κομμάτια αυτοαξιολόγησης με συγκεκριμένες και μοναδικές απαντήσεις. Επιπλέον, η επικοινωνία ανάμεσα στους εκπαιδευομένους και την ομάδα δημιουργίας του MOOC περιορίζεται στην αποστολή μηνυμάτων στα fora με στόχο την απάντηση αποριών που αφορούν στο εκπαιδευτικό

υλικό ή τη διευθέτηση προβλημάτων που αφορούν στη χρήση του συστήματος διαχείρισης μάθησης που χρησιμοποιείται. Στο προσκήνιο της μάθησης τίθεται ο δημιουργός του υλικού, ενώ κάθε συμμετέχων ακολουθεί τη ροή του υλικού όπως αυτή ορίζεται από τον πρώτο, βασιζόμενος όμως στους δικούς του ρυθμούς μελέτης. Εξ ορισμού ο συμπεριφορισμός, ως θεωρία μάθησης, παρέχει την ύπαρξη μιας κατευθυντήριας αρχής και η δραστηριότητα προσομοίωσης, η οποία αποτελεί τη βασική δραστηριότητα εξάσκησης και απόκτησης εργαστηριακών δεξιοτήτων, που είναι και ο κύριος εκπαιδευτικός στόχος του MOOC ΦΜΙ, είναι μία εκπαιδευτική δραστηριότητα καθοδήγησης με σαφείς οδηγίες. Η εκπαίδευση στον χειρισμό του μικροσκοπίου ολοκληρώνεται μέσα από 14 βήματα καθοδήγησης τα οποία πρέπει να πραγματοποιηθούν χωρίς αυθορμητισμούς, πρωτοτυπίες και πρωτοβουλίες από την πλευρά των εκπαιδευομένων. Σε περίπτωση αδυναμίας του εκπαιδευόμενου να ανταποκριθεί σε κάποια οδηγία παρέχεται βοήθεια είτε σε μορφή κειμένου είτε σε μορφή βίντεο, προκειμένου να υπάρξει μαθησιακό αποτέλεσμα (Γκιόσος & Κουτσούμα, 2020).

Το MOOC ΦΜΙ έχει σχεδιαστεί με τέτοιον τρόπο ώστε ο έλεγχος να ανήκει στον ειδικό του γνωστικού αντικείμενου, δίνοντας με αυτόν τον τρόπο στη συγκεκριμένη διεργασία της μάθησης έναν δασκαλοκεντρικό χαρακτήρα. Η διδασκαλία μέσω του MOOC ΦΜΙ αποτελεί στην ουσία μία πλευρά της παραδοσιακής διδασκαλίας ενός εργαστηριακού μαθήματος βιολογίας εμπλουτισμένη με τη χρήση της τεχνολογίας (Larry, 2012) με τον διδασκόμενο να δέχεται αυτόματη ανατροφοδότηση και να αλληλεπιδρά ελεύθερα με το εκπαιδευτικό υλικό χωρίς να λαμβάνει εξατομικευμένης προσοχής αφού δεν υπάρχει κάποιος διδάσκοντας (Μαχαίρα, 2014). Οι απαντήσεις που δίνει ο φοιτητής στα κουίζ αποτιμώνται αυτόματα από το λογισμικό χωρίς να υπάρχει κάποια αλληλεπίδραση ανάμεσα στους διδασκόμενους, ενώ οι ενδεικτικές απαντήσεις στα δραστηριότητες αυτοαξιολόγησης δίνονται εντός της ροής του εκπαιδευτικού υλικού.

Συμπεράσματα

Η κυριαρχία των MOOCs τα τελευταία χρόνια οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην εισβολή της τεχνολογίας στον χώρο της εκπαίδευσης αλλά και στο αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη δια βίου μάθηση (Καμηγάλη & Σοφianoπούλου, 2019). Η θεματολογία των MOOCs είναι μεγάλη και προσανατολισμένη μεταξύ άλλων στην πληροφορική, στα μαθηματικά, στις φυσικές επιστήμες αλλά και στις ανθρωπιστικές επιστήμες, στη μουσική, ακόμα και στον κινηματογράφο. Ένας υπολογιστής, μία σύνδεση στο διαδίκτυο και μερικά βασικά στοιχεία ψηφιακού γραμματισμού, είναι αρκετά για τη δωρεάν εγγραφή σε οποιοδήποτε ανοικτό μάθημα της αρεσκείας μας. Παρόλα αυτά, σε αυτό το αυτόνομο μαθησιακό περιβάλλον, οι αυτο-ρυθμιστικές δεξιότητες καθίστανται ακόμα πιο αναγκαίες για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε ο σχεδιασμός και η δομή ενός xMOOC, του MOOC ΦΜΙ όπως ονομάστηκε, το οποίο έχει σαν βασικό στόχο την εξ αποστάσεως ανάπτυξη ενός πρώτου επιπέδου εργαστηριακών δεξιοτήτων. Το κεντρικό στοιχείο, το οποίο καθορίζει και τον παιδαγωγικό του χαρακτήρα, είναι μία αλληλεπιδραστική δραστηριότητα προσομοίωσης μέσω της οποίας ο εκπαιδευόμενος έρχεται σε επαφή με έναν πολύ ρεαλιστικό και προσιτό τρόπο, με ένα βασικό αλλά και σύνθετο εργαστηριακό μηχάνημα των εργαστηρίων Φυσικών Επιστημών και Επιστημών Υγείας, το μικροσκόπιο.

Ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός του MOOC βασίστηκε στην αρχή της πολυμορφικότητας του υλικού, όπως αυτή υποστηρίζεται από την τυπολογία των

West & Λιοναράκης (Πίνακες 1 & 2). Βάσει της τυπολογίας το έντυπο υλικό εμπλουτίστηκε με video, δραστηριότητες αυτό-αξιολόγησης, δραστηριότητες ελέγχου μάθησης, κ.ά. έτσι ώστε να απευθύνεται σε όλα τα μαθησιακά στυλ. Η θεωρία μάθησης που πλαισιώνει εκπαιδευτικά όλες τα επιμέρους στοιχεία του MOOC είναι αυτή του συμπεριφορισμού, αποδεικνύοντας ότι ακόμα και σήμερα θεωρίες μάθησης οι οποίες είχαν διατυπωθεί στην αρχή του προηγούμενου αιώνα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά, όπου υπάρχει ανάγκη διάκρισης του ορθού από το λάθος.

Η πρακτική εξάσκηση των εκπαιδευομένων με εικονικά εργαστηριακά αντιδραστήρια, σκεύη και όργανα, προσομοιωμένα μέσω 3D μοντέλων τα οποία εμφανίζονται στην οθόνη ενός PC, στο πλαίσιο ενός xMOOC, όπως είναι το MOOC ΦΜΙ που αναπτύχθηκε, μπορεί να φανεί χρήσιμη και μαθησιακά αποτελεσματική τόσο σε κανονικές συνθήκες μάθησης όσο και σε καταστάσεις κρίσης, όπως η πρόσφατη πανδημία του COVID-19 που βιώσαμε. Λόγω της μικρής του διάρκειας, το MOOC ΦΜΙ μπορεί να αποτελέσει ένα ψηφιακό εκπαιδευτικό πακέτο για ένα ευρύ κοινό, και όχι μόνο στο πεδίο της εξΑΕ. Το δυνητικό κοινό στο οποίο απευθύνεται είναι ευρύ και περιλαμβάνει τόσο διδάσκοντες όσο και διδασκόμενους. Η καινοτόμα δραστηριότητα προσομοίωσης που εμπεριέχει ισχυροποιεί τον κύριο εκπαιδευτικό του στόχο, αυτόν της εξοικείωσης με τη λειτουργία του μικροσκοπίου, παρέχοντας μία ποιοτική εναλλακτική διδακτική επιλογή. Μέσω του συγκεκριμένου MOOC οι εκπαιδευόμενοι και μέσα από την ενεργητική μάθηση ενδυναμώνονται εκμεταλλευόμενοι τη συνεισφορά της ψηφιακής τεχνολογίας στην εξ αποστάσεως ανάπτυξη εργαστηριακών δεξιοτήτων.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία:

- Beheshti, M., Taspolat, A., Kaya, O.S., & Sapanca, H. F. (2018). Characteristics of instructional videos. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 10(1), pp. 61-69.
- Collins, A., & Halverson, R. (2018). *Rethinking Education in the Age of Technology: The Digital Revolution and Schooling in America*, (2nd eds). New York and London: Teachers' College Press.
- Dawson, S., Joksimović, S., Kovanović, V., Gašević, D., & Siemens, G. (2015). Recognising learner autonomy: Lessons and reflections from a joint x/c MOOC. *Proceedings of Higher Education Research and Development Society of Australia 2015*.
- Drake, J. R., O'Hara, M., & Seeman, E. (2015). Five principles for MOOC design: With a case study. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 14, pp. 125-143.
- Harris, B. R., Reinhard, W., & Pilia, A. (2011). Strategies to promote self-regulated learning in online environments. *Fostering self-regulated learning through ICT*, 295-315. <https://doi.org/10.4018/978-1-61692-901-5.ch008>
- Jimoyiannis, A., Mikropoulos, T. A., & Ravanis, K. (2000). Students' performance towards computer simulations on kinematics. *Themes in Education*, 1(4), pp. 357-372.
- Kozma, R. B. (2001). Counterpoint theory of learning with media. In R.E., Clark, (eds), *Learning from media: Arguments, analysis and evidence*. Greenwich: Information Age Publishing Inc.
- Larry, C. (2012). MOOCs and Pedagogy: Teacher-Centered, Student-Centered, and Hybrids (Part 2). [Web log message]. Retrieved from <http://larrycuban.wordpress.com/2013/02/13/moocs-and-pedagogy-part-2/>
- Nawrot, I., & Doucet, A. (2014, April). Building engagement for MOOC students: introducing support for time management on online learning platforms. *In Proceedings of the 23rd International Conference on World Wide Web*, pp. 1077-1082. ACM. <https://doi.org/10.1145/2567948.2580054>
- Paxinou, E., Georgiou, M., Kakkos, V., Kalles, D., & Galani, L. (2020a). Achieving educational goals in microscopy education by adopting Virtual Reality labs on top of face-to-face tutorials. *Research in Science & Technological Education*. doi:10.1080/02635143.2020.1790513

- Paxinou, E., Kalles, D., Panagiotakopoulos, C. T., & Verykios, V.S. (2021a). Analyzing Sequence Data with Markov Chain Models in Scientific Experiments. *SN COMPUT. SCI.* 5(2). <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00768-5>
- Paxinou, E., Kalles, D., Panagiotakopoulos, C.T., Sgourou, A., & Verykios, S. V. (2021b). An IRT-Based Approach to Assess the Learning Gain of a Virtual Reality Lab Students' Experience. *Intelligent Decision Technologies Journal*, 15(3), pp. 487-496. DOI: 10.3233/IDT-200216
- Paxinou, E., Panagiotakopoulos, C. T., Karatrantou, A., Kalles, D., & Sgourou, A. (2020b). Implementation and Evaluation of a Three-Dimensional Virtual Reality Biology Lab versus Conventional Didactic Practices in Lab Experimenting with the Photonic Microscope. *Bioch. Mol. Biol. Educ.*, 48(1), pp. 21-27.
- Reeves, T. C., & Hedberg, J. G. (2014). MOOCs: Let's Get REAL. *Educational Technology*, 54(1), pp. 3-8.
- Rodriguez, O. (2013). The concept of openness behind c and x-MOOCs (Massive Open Online Courses). *Open Praxis*, 5(1), 67-73.
- Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The Learning Effects of Computer Simulations in Science Education. *Computers & Education*, 58(1), pp. 136-153.
- Schultz, E. (2014). The potential and problems of MOOCs: MOOCs in the context of digital teaching. *Beiträge zur Hochschulpolitik*, 2, pp. 10-60.
- Verykios, S. V., Paxinou, E., Panagiotakopoulos, T. C., & Kalles, D. (2021). Latent Space Models for Assessing Dynamic Student Behaviour. In G. Ubachs (Ed.) *The Envisioning Report for Empowering Universities*, pp. 26-28. Maastricht, NL: EADTU.
- West, R. (1996). Concepts of text in distance education. In G. Motteram., G. Walsh. & R. West (eds), *Proceedings of the 2nd symposium on Distance Education Language teachers*, pp. 62-72. Manchester: University of Manchester.

Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία:

- Αργυρίου, Μ., & Κουτσούμπα, Μ. (2011). 10+1 θεωρίες για την πολυμορφική διάσταση του Moodle ως παιδαγωγικό εργαλείο. Στο Α. Λιοναράκης (επιμ.), *Alternative Forms of Education, Proceedings of the 6th International Conference on Open and Distance Learning* (vol: A, σσ. 654-668). Διαθέσιμο στο <http://icodl.openet.gr/index.php/icodl/2011/schedConf/presentations>
- Γιασιράνης, Σ., & Αλιβίζος, Σ. (2020). *Ηλεκτρονικό εργαλείο εφαρμογής και επέκτασης της αυτορυθμιστικής στρατηγικής MCII στα MOOCs*. Ανακτήθηκε στις 26 Ιανουαρίου, 2022 από file:///C:/Users/user/Downloads/-MCII MOOCs%20(2).pdf
- Γκιόσος, Ι., & Κουτσούμπα, Μ. (2005). Θεωρητικές προσεγγίσεις στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού στην ΑεξΑΕ. Στο Α. Λιοναράκης (επιμ.), *Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση: παιδαγωγικές και τεχνολογικές εφαρμογές* (σσ. 39-52). Πάτρα: ΕΑΠ.
- Γκιόσος, Ι., & Κουτσούμπα, Μ. (2020). Σχεδιασμός εξ αποστάσεως εκπαιδευτικού υλικού: θεωρητικές προσεγγίσεις. Στο Ε. Μανούσου, Α. Χαρτοφύλακα, Ι. Γκιόσος, & Μ. Κουτσούμπα, Θεματική Ενότητα ΕΤΑ52: *Το εκπαιδευτικό υλικό και ο σχεδιασμός της διδασκαλίας και μάθησης* (σσ. 1-26). Πάτρα: ΕΑΠ.
- Δούνη, Μ. (2021). *Αξιοποίηση του motion typography και του animation για τη δημιουργία Μοοc (Μαζικά ανοιχτά διαδικτυακά μαθήματα). Η περίπτωση της εκμάθησης του προγράμματος After Effects* (Διπλωματική Εργασία). Πάτρα: ΕΑΠ.
- Καλογιαννάκης, Μ., & Παπαδάκης, Σ. (2014). MOOC (Massive Open Online Courses): μια νέα πρόκληση στη σύγχρονη διαδικτυακή εκπαίδευση. Πρακτικά 8^ο Πανελληνίου Συνεδρίου Καθηγητών Πληροφορικής. [e-book].
- Καμηλάλη, Δ., & Σοφριανοπούλου, Χ. (2019). Υλοποίηση ενός MOOC με Drupal για την Εφαρμογή της Μικρομάθησης και της Αυτοκατευθυνόμενης Μάθησης. *Open Education - The Journal for Open and Distance Education and Educational Technology*, 15(1), σσ. 226-240.
- Κανελλόπουλος, Α., & Κουτσούμπα, Μ. (2017). Συνδέοντας την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, τις Νέες Τεχνολογίες και τις Μορφές Μάθησης. Η περίπτωση των MOOCs. 9^ο Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, 9, 123-135. Ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/openedu/article/view/1128/1338>
- Λιοναράκης, Α. (2001). Ανοικτή και εξ Αποστάσεως πολυμορφική εκπαίδευση: Προβληματισμοί για μία ποιοτική προσέγγιση σχεδιασμού διδακτικού υλικού. Στο Α. Λιοναράκης (επιμ.), *Απόψεις και προβληματισμοί για την ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση*. Αθήνα: Προπομπός.
- Λιοναράκης, Α. (2006). Η θεωρία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και η πολυπλοκότητα της πολυμορφικής της διάστασης. Στο Α. Λιοναράκης (επιμ.), *Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση Στοιχεία Θεωρίας και Πράξης*. Αθήνα: Προπομπός.

- Λιοναράκης, Α., Μανούσου, Γ., Χαρτοφύλακα, Τ., Παπαδημητρίου, Σ., & Ιωακειμίδου, Σ. (2020). Διακήρυξη για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση. *Open Education-The Journal for Open and Distance Education and Educational Technology*, 16(1), σσ. 4-8.
- Λιοναράκης, Α., Μανούσου, Ε., Χαρτοφύλακα, Α., Παπαδημητρίου, Σ., & Ιωακειμίδου, Β. (2020). Editorial. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, 16(1), 4-8. doi:<https://doi.org/10.12681/jode.23741>
- Μαχαίρα, Χ. (2014). *Ανοικτότητα και Μαζικά Ανοικτά Διαδικτυακά Μαθήματα (MOOCs)*. (Διπλωματική Εργασία). Πάτρα: ΕΑΠ.
- Νικολάου, Α. (2010). *Σχεδιασμός εξ αποστάσεως εκπαιδευτικού υλικού, προσαρμοσμένου στο 4 MAT Model της McCarthy. Ένα παράδειγμα σχεδιασμού εκπαιδευτικού υλικού για νηπιαγωγούς αναφορικά με τη δραματική τέχνη στην προσχολική αγωγή*. (Μεταπτυχιακή Διατριβή). Πάτρα: ΕΑΠ.
- Μπακογιάννη, Ε. (2018). *Τα MOOCs στην Επαγγελματική Ανάπτυξη των Εκπαιδευτικών: Διερεύνηση της Ετοιμότητας*. (Μεταπτυχιακή εργασία). Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Παξινού, Ε., Σγουρού, Α., Παναγιωτακόπουλος, Χ., & Βερούκιος, Β. (2017). Η θεωρία της απόκρισης ερωτήματος για την αξιολόγηση επίδοσης χρηστών εικονικού εργαστηρίου βιολογίας. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, 13(2), σσ. 107-123. doi:<http://dx.doi.org/10.12681/jode.14618>.