ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

(2023)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων των Εργασιών

Οι απόψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών για τις αναδυόμενες ιδιότητες: Μια πιλοτική έρευνα

Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Αναστασία Φερεντίνου, Κυριάκος Κυριακού, Κωνσταντίνος Σκορδούλης

doi: 10.12681/codiste.5518

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 17/12/2025 01:06:25

ΟΙ ΑΠΟΨΕΙΣ ΤΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ: ΜΙΑ ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Κωνσταντίνα Στεφανίδου[1], Αναστασία Φερεντίνου[2], Κυριάκος Κυριακού[2], Κωνσταντίνος Σκορδούλης[3]

[1]ΕΔΙΠ ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ, [2]Δρ. Εκπαιδευτικός Δ/θμιας, [3]Καθηγητής ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ

sconstant@primedu.uoa.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή διερευνώνται οι απόψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών για τις αναδυόμενες ιδιότητες. Η έρευνα διεξήχθη πιλοτικά, μέσω της συμπλήρωσης ενός φύλλου εργασίας από τους συμμετέχοντες, το οποίο αναλύθηκε με ποιοτικές μεθόδους ανάλυσης περιεχομένου. Τα πρώτα ευρήματα δείχνουν ότι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί μπορούν να αντιληφθούν τις αναδυόμενες ιδιότητες ως νέες ιδιότητες των φυσικών συστημάτων, ωστόσο απαιτείται περαιτέρω έρευνα προκειμένου να γίνει πληρέστερη αποτύπωση των απόψεών τους.

Λέξεις κλειδιά: Αναδυόμενες ιδιότητες, προβλεψιμότητα, εξηγησιμότητα

FUTURE TEACHERS' VIEWS ON EMERGENT PROPERTIES: A PILOT RESEARCH

Constantina Stefanidou[1], Anastasia Ferentinou[2], Kyriakos Kyriakou[2], Constantine Skordoulis[3]

[1]Laboratory Teaching Staff, Department of Primary Education, NKUA, [2]PhD, Secondary Teacher, [3]Professor, Department of Primary Education, NKUA

sconstant@primedu.uoa.gr

ABSTRACT

In this paper, future teachers' views on the emerging properties are investigated. It is a pilot research study which is implemented through the completion of a worksheet by the participants. Data was analyzed using qualitative content analysis method. Early findings suggest that future teachers can perceive emergent properties as novel properties of physical systems, however further research is needed to better map their views.

Keywords: emergent properties, predictability, deducibility

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έννοια της ανάδυσης είναι κεντρική στις μοριακές επιστήμες όπως η χημεία και η βιολογία (Luisi, 2002) και αποτελεί πηγή παρανοήσεων και δυσκολιών κατά τη διδασκαλία τους (Tumay, 2016). Ο όρος ανάδυση περικλείει την εμφάνιση νέων ιδιοτήτων όταν ένα ορισμένο επίπεδο δομικής πολυπλοκότητας διαμορφώνεται από συστατικά μικρότερης πολυπλοκότητας (Luisi, 2002). Οι αναδυόμενες ιδιότητες σχετίζονται στενά με την έννοια της προβλεψιμότητας και εξηγησιμότητας. Για παράδειγμα, σε ένα κόσμο στον οποίο το νερό είναι άγνωστο, θα μπορούσε να προβλεφθεί η ύπαρξη του νερού και οι ιδιότητές του στη βάση των ιδιοτήτων του υδρογόνου και του οξυγόνου; Στη βιβλιογραφία, η εκ των προτέρων προβλεψιμότητα (predictability) δεν διαχωρίζεται σαφώς από την εκ των υστέρων εξηγησιμότητα (deducibility). Ωστόσο υπάρχουν δύο τρόποι θέασης της μη προβλεψιμότητας των αναδυόμενων ιδιοτήτων. Ο πρώτος είναι μέσω της «ισχυρής ανάδυσης» σύμφωνα με την οποία οι ιδιότητες υψηλότερου ιεραρχικού επιπέδου δεν μπορούν να εξαχθούν από τα στοιχεία του χαμηλότερου ιεραρχικού επιπέδου και ο δεύτερος είναι μέσω της «ασθενούς ανάδυσης» σύμφωνα με την οποία η σχέση μεταξύ του «όλου και των μερών» δεν μπορεί να είναι καθιερωμένη λόγω τεχνικών δυσκολιών, όπως η περιορισμένη υπολογιστική ισχύς και η ανεπαρκής πρόοδος των διανοητικών μας ικανοτήτων.

Στο πεδίο της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες έχει επισημανθεί από πλήθος ερευνητών ότι οι μαθητές και φοιτητές έχουν παρανοήσεις που σχετίζονται με έννοιες κλειδιά (threshold concepts). Η κατανόηση αρκετών από τις έννοιες αυτές, κυρίως στο πεδίο της χημείας και της βιολογίας, σχετίζονται πολύ συχνά με τις διαδικασίες της ανάδυσης σε αντιδιαστολή με διαδικασίες απλής υπέρθεσης. Για παράδειγμα, οι μαθητές έχουν την τάση να θεωρούν ότι ο χλωριούχος άργυρος έχει μεταλλικό χρώμα και είναι ελατός εξαιτίας της παρουσίας του αργύρου στην ένωση (Talanquer, 2013). Επιπλέον, στα μαθήματα φυσικών επιστημών υπάρχει συχνά η τάση να περιγράφονται φαινόμενα ως γραμμικές αλυσίδες διαδοχικών γεγονότων. Το σκεπτικό αυτό όμως συχνά δεν εξηγεί φαινόμενα που σχετίζονται με διαδικασίες ανάδυσης, όπως για παράδειγμα το φαινόμενο της διάχυσης στη φυσική (Chi et al., 2011). Ως εκ τούτου προκύπτει η ανάγκη να χρησιμοποιηθούν στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών κάποια νέα σχήματα για να διευρυνθεί η κατανόηση και πιο πολύπλοκων φαινομένων, κι ένα τέτοιο σχήμα προτείνεται να είναι το σχήμα διαδικασιών ανάδυσης (emergent process schema) (Talanquer, 2014).

Με βάση τα παραπάνω, φαίνεται ότι οι δυσκολίες των μαθητών και των φοιτητών με την έννοια της ανάδυσης σχετίζονται με τις δυσκολίες τους να διαχειριστούν συγκεκριμένες έννοιες της κάθε επιστήμης (φυσική, χημεία, βιολογία). Ως εκ τούτου σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει τις απόψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών για την έννοια της ανάδυσης και των αναδυόμενων ιδιοτήτων.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας μελέτης σχετίζονται με τις απόψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών για τις αναδυόμενες ιδιότητες και συγκεκριμένα: 1. Κατά πόσο μπορούν να εντοπίζουν την έννοια των αναδυόμενων ιδιοτήτων στα χημικά φαινόμενα, και συγκεκριμένα των ιδιοτήτων του νερού σε σχέση με τις ιδιότητες του οξυγόνου και του υδρογόνου, 2. Κατά πόσο μπορούν να αντιστοιχίσουν τις αναδυόμενες ιδιότητες στα χημικά φαινόμενα με τις αναδυόμενες ιδιότητες διαδοχικών επίπεδων γεωμετρικών δομών (σημείο, ευθεία, γωνία, κλπ), 3. Κατά πόσο μπορούν να εντοπίζουν την έννοια των αναδυόμενων ιδιοτήτων στα βιολογικά συστήματα, 4. Κατά πόσο μπορούν να εκφραστούν για την προβλεψιμότητα ή μη των αναδυόμενων ιδιοτήτων

Το πλαίσιο της έρευνας – Το δείγμα – Εργαλείο συλλογής δεδομένων

Η έρευνα διεξήχθη πιλοτικά στο πλαίσιο του υποχρεωτικού εργαστηρίου Φυσικής και Χημείας που πραγματοποιείται στο προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ) του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΕΚΠΑ). Στην έρευνα συμμετείχε ένα βολικό δείγμα που αποτελείται από 350 φοιτήτριες και φοιτητές, εκ των οποίων η ανάλυση δεδομένων έγινε για τους 62. Οι φοιτητές/τριες κλήθηκαν να εργαστούν ομαδικά σε ένα φύλλο εργασίας, σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να διατυπώσουν τις απόψεις τους για τα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα. Συγκεκριμένα περιείχε δραστηριότητες για τον εντοπισμό αναδυόμενων ιδιοτήτων στη γεωμετρία, στη φυσική, στη χημεία και στη βιολογία καθώς και ανοικτή ερώτηση σχετικά με την ερμηνεία της μη προβλεψιμότητας των αναδυόμενων ιδιοτήτων. Το φύλλο εργασίας αξιολογήθηκε από έναν ειδικό στο τομέα της διδακτικής των φυσικών επιστημών (τρίτος συγγραφέας). Ο εκπαιδευτικός της τάξης είχε χαρακτήρα διευκολυντικό και απαντούσε στις ερωτήσεις των φοιτητών μόνο όταν αυτές σχετίζονταν με την κατανόηση των δραστηριοτήτων χωρίς να τους προτρέπει να δίνουν συγκεκριμένες απαντήσεις.

Ανάλυση δεδομένων

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αναλύθηκαν με ποιοτικές μεθόδους ανάλυσης περιεχομένου (Mayring, 2015) από τη πρώτη και δεύτερη συγγραφέα. Για την αξιοπιστία της ανάλυσης περιεχομένου των ερωτήσεων ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία. Σε 10 από τα 62 ερωτηματολόγια, σε κάθε ερώτηση έγινε έλεγχος συμφωνίας από τις δύο πρώτες συγγραφείς. Οι ανεξάρτητες κωδικογράφοι μελέτησαν και κατέταξαν τις απαντήσεις των φοιτητών με μέσο όρο συμφωνίας 82%, ποσοστό που καθιστά αξιόπιστη την ανάλυση δεδομένων. Οι απαντήσεις ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες ανάλογα με το περιεχόμενό τους και παρουσιάζονται παρακάτω.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα πρώτα ευρήματα, σε ότι αφορά το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, το 45,2% των φοιτητών αναφέρει ότι οι ιδιότητες του νερού είναι ξεκάθαρα διαφορετικές από τις ιδιότητες των συστατικών του (K22: «δεν μπορούμε να συνδέσουμε τις ιδιότητες του νερού με τις ιδιότητες των συστατικών του. Έχουν διαφορετικές ιδιότητες»). Σε ότι αφορά το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα το 71% αναφέρει απλά αναλογία με την σύνδεση των γεωμετρικών σημείων και των ατόμων, αναφέροντας απλά μετάβαση από το απλό στο σύνθετο χωρίς να μπορεί να δώσει περισσότερες λεπτομέρειες στην περιγραφή (K16: «ναι όπως οι γεωμετρικές ιδιότητες αναδύονται από σχήμα σε σχήμα το ίδιο συμβαίνει και στο σχηματισμό των μορίων του νερού»). Σε ό,τι αφορά το τρίτο ερευνητικό ερώτημα το 80,6% καταφέρνει να εντοπίσει τις αναδυόμενες ιδιότητες στα βιολογικά συστήματα. Τέλος σε ότι αφορά το τέταρτο ερευνητικό ερώτημα το 72,6% θεωρεί ότι οι αναδυόμενες ιδιότητες δεν μπορούν να προβλεφθούν και το 27,4% θεωρεί ότι θα μπορούσαν να προβλεφθούν αν είχαμε κατάλληλη υπολογιστική ισχύ και πιο αναπτυγμένες διανοητικές ικανότητες ωστόσο στην αιτιολόγησή τους ένα 19,4% παρόλο που επιλέγει την πρώτη άποψη δεν διαφωνεί και με τη δεύτερη καθώς θα μπορούσαν να προβλεφθούν κάποια στιγμή παρόλες τις δυσκολίες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την παρούσα πιλοτική έρευνα αποτιμάται ότι οι φοιτητές του ΠΤΔΕ μπορούν να αναγνωρίζουν σε μεγάλο βαθμό τις αναδυόμενες ιδιότητες σε φαινόμενα του φυσικού κόσμου και να τις παραλληλίζουν με τις αναδυόμενες γεωμετρικές ιδιότητες ενώ έχουν την τάση να εκτιμούν ότι είναι μη προβλέψιμες χωρίς να μπορούν απαραίτητα να εξηγήσουν τον ισχυρισμό τους. Προτείνεται η περαιτέρω διερεύνηση των ζητημάτων αυτών μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων. Τα μέχρι στιγμής ευρήματα επιβεβαιώνουν ότι η εισαγωγή και η διαπραγμάτευση της έννοιας της ανάδυσης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στους φοιτητές των Παιδαγωγικών Τμημάτων δίνει τη δυνατότητα βαθύτερης κατανόησης του νοήματος της πολυπλοκότητας στη φύση, και φέρνει τη σχολική επιστήμη πιο κοντά στη φιλοσοφία και στην επιστημολογία των φυσικών επιστημών (Simon 1981, οα Luisi 2002).

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Chi, M. T., Roscoe, R. D., Slotta, J. D., Roy, M., & Chase, C. C. (2012). Misconceived causal explanations for emergent processes, *Cognitive science*, *36*(1), 1–61. https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2011.01207.x

Luisi, P. L., (2002). Emergence in chemistry: chemistry as the embodiment of emergence, *Foundations of Chemistry*, *4*, 183–200.

Tumay, H. (2016). Reconsidering learning difficulties and misconceptions in chemistry: emergence in chemistry and its implications for chemical education. *Chemistry Education Research and Practice*,*17*, 229-245.

Mayring, P. (2015). Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. In: Bikner-Ahsbahs, A., Knipping, C., Presmeg, N. (eds). Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education. Advances in Mathematics Education. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9181-6_13

Simon, H.A. (1981). The Sciences of the Artificial, second edition. Cambridge: MIT Press.

Talanquer, V. (2013). How Do Students Reason About Chemical Substances and Reactions?. In: Tsaparlis, G., Sevian, H. (eds) Concepts of Matter in Science Education. Innovations in Science Education and Technology, vol 19. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5914-5_16

Talanquer, V. (2014). Threshold Concepts in Chemistry: The Critical Role of Implicit Schemas, *Journal of Chemical Education, 92*, 3-9. dx.doi.org/10.1021/ed500679k