

**CERN: Επιστήμη, Αγυρτεία, Εκπαίδευση –  
– μια Ενημέρωση για Μαθητές, Εκπαιδευτικούς και Γονείς  
Γεωργ. Θεοφ. Καλκάνης\***

Το CERN, ένα από τα σημαντικότερα διεθνώς επιστημονικά κέντρα για την έρευνα των στοιχειωδών σωματιδίων και τη δομή της ύλης, έχει τελευταία καταστεί το σύμβολο της σύγχρονης επιστημονικής έρευνας για την επίλυση επιστημονικών, φιλοσοφικών και κοσμολογικών ζητημάτων αλλά και –συγχρόνως– έχει καταστεί στόχος προκαταληπτικών –φανατικών ή ιδιοτελών– αγυρτών, όμως αποτελεί –επίσης– και ένα ελκυστικό και αποτελεσματικό μέσο για την εκ-παίδευση –τόσο την τυπική όσο και την άτυπη– στις φυσικές επιστήμες.

Η Επιστήμη, όπως και ετυμολογικά στην αρχαία ελληνική γλώσσα υπονοείται (εκ του επίσταμαι), ορίζεται ως “το επίστασθαί τι καλώς, έχειν ακριβή γνώσιν, εμπειρία, δεξιότητα” (λξκ Liddel-Scott 1843, Pape 1883), έχει δε καταξιωθεί στη συνείδηση του σύγχρονου ανθρώπου ως η μόνη έγκυρη και αποτελεσματική διαδικασία ακριβούς γνώσης.

Η Αγυρτεία, όπως και ετυμολογικά στην αρχαία ελληνική γλώσσα υπονοείται (αγύρτης = ο αγείρων όχλον προς επαιτεία, λξκ Pape 1883, “χρήματα αγυρτάζειν”, Ομ.), ορίζεται ως ψευδοεπιστήμη η οποία ασκείται συνήθως επί χρήμασι από ψευδοθεραπευτές, αστρολόγους και άλλους.

Η Εκπαίδευση, τέλος, στις φυσικές επιστήμες –θεωρούμε ότι– έχει τόσο εκπαιδευτικό / γνωσιακό όσο και παιδευτικό / μορφωτικό ρόλο και στόχο, αφού –πρέπει να– εφοδιάζει τον σύγχρονο πολίτη με την επιστημονική γνώση κάθε εποχής αλλά και να τον διαμορφώνει σε έναν γενικότερα μορφωμένο άνθρωπο χωρίς προκαταλήψεις ή αποκρυφιστικές ιδεοληψίες.

### **Το CERN**

Το CERN (ακρωνύμιο της αρχικής ονομασίας Conseil Européenne pour la Recherche Nucléaire η οποία δε χρησιμοποιείται πλέον), με τη νέα ονομασία του Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire «Ευρωπαϊκός Οργανισμός Πυρηνικών Ερευνών», είναι το μεγαλύτερο σε έκταση (πειραματικό) κέντρο πυρηνικών ερευνών και ειδικότερα επί της σωματιδιακής φυσικής στον κόσμο. Βρίσκεται δυτικά της Γενεύης, στα σύνορα Ελβετίας και Γαλλίας. Ιδρύθηκε το 1954 από δώδεκα ευρωπαϊκές χώρες και σήμερα αριθμεί 20 κράτη-μέλη, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα, η οποία είναι και ιδρυτικό μέλος.



Απασχολεί σήμερα 3.000 περίπου μόνιμους εργαζόμενους, ενώ 6.500 περίπου επιστήμονες και μηχανικοί (που αντιπροσωπεύουν 500 πανεπιστήμια και 80

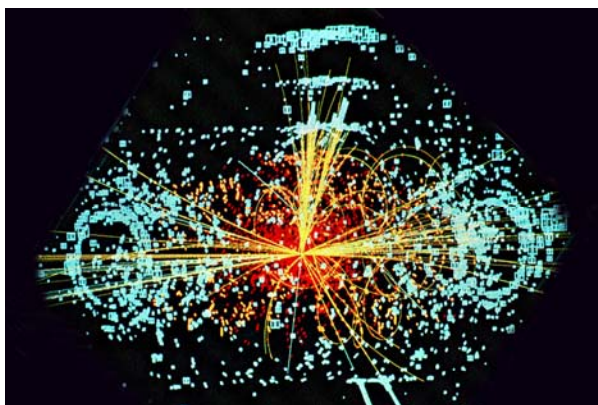
διαφορετικές εθνικότητες, περίπου το μισό της κοινότητας της σωματιδιακής φυσικής στον κόσμο) εργάζονται σε πειράματα που σχεδιάζονται, οργανώνονται και πραγματοποιούνται στο CERN. Τα πειράματα αυτά λειτουργούν με τη βοήθεια μεγάλων επιταχυντών σωματιδίων που οδηγούν φορτισμένα σωματίδια της ύλης σε κυκλικές τροχιές και τελικά συγκρούσεις, επιτυγχάνοντας υψηλές ενέργειες κατά τη σύγκρουσή τους. Μεταξύ των επιταχυντών αυτών είναι ο Μεγάλος Επιταχυντής Αδρονίων (LHC) ο οποίος αναπτύσσεται σε υπόγεια κυκλική σήραγγα 27 χιλιομέτρων.



Ο επιταχυντής αυτός παρέχει και επιταχύνει δέσμες πρωτονίων (τα οποία συγκαταλέγονται στα αδρόνια –εκ του αδρός–) που φθάνουν σε ταχύτητες λίγο μικρότερες από αυτές της ταχύτητας του φωτός (300.000 Km/s) και περιστρέφονται ακολουθώντας την κυκλική τροχιά τους με συχνότητα 11.000 φορές περίπου το δευτερόλεπτο. Στη συνέχεια τα αναγκάζει σε συγκρούσεις με ενέργειες που φθάνουν σε πολύ υψηλές τιμές (περίπου 400 GeV, επταπλάσιες κάθε προηγούμενου επιταχυντή) και συγχρονισμό με ακρίβεια της τάξης του νανοδευτερολέπτου (τρισεκατομμυριοστό του δευτερολέπτου).



Κατά τις συγκρούσεις αυτές μέρος της ενέργειας μεταμορφώνεται σε υλικά σωματίδια σύμφωνα με τη γνωστή σχέση της ειδικής θεωρίας της σχετικότητας  $E=mc^2$ , τα οποία ανιχνεύονται από πειραματικές διατάξεις. Από αυτά τα υλικά σωματίδια συνάγονται συμπεράσματα για τη συμπλήρωση των σύγχρονων επιστημονικών θεωριών.



## Η Επιστήμη

Η απάντηση σε ερωτήματα για την προέλευση, τις δομές, τη λειτουργία, την εξέλιξη αλλά και την κατανόηση και τη μοίρα του κόσμου μας –και του ανθρώπου– υπήρξε επιδίωξη και προσπάθεια πολλών πολιτισμών του νοήμονος ανθρώπου σε διάφορες εποχές, σε διαφορετικούς τόπους και με ποικίλες προσεγγίσεις (θεογονικές, μυθολογικές, μυστικιστικές, αστρολογικές ...). Η προνομία, όμως της πρώτης αντιμετώπισης των ερωτημάτων αυτών με την προσέγγιση της σύγχρονης επιστήμης – ή, ακριβέστερα, η διαμόρφωση της σύγχρονης επιστήμης– ανήκει στην "αρχαία" ελληνική φυσική φιλοσοφία (η οποία αποκαλείται από πολλούς "πρώιμη επιστήμη") και τον ελληνικό τρόπο σκέψης. Αυτός χαρακτηρίζεται από απροκατάληπτη / χωρίς προκαταλήψεις (θρησκευτικές, κοινωνικές, ωφελιμιστικές, ...) αναζήτηση της "αρχής" και της "φύσης" των πραγμάτων.

Η εφαρμογή αυτού του τρόπου σκέψης και η καθιέρωση της επιστημονικής μεθοδολογίας ως συνέχειάς του κατά τη μελέτη των φυσικών φαινομένων διαμόρφωσε τις σύγχρονες φυσικές επιστήμες και, βέβαια, την ευρύτερη και γενικότερη εκδοχή τους, τη φυσική, οριοθετώντας συγχρόνως τις φυσικές επιστήμες από άλλα γνωσιακά αντικείμενα και την ψευδοεπιστήμη. Αυτή η μεθοδολογία προϋποθέτει την περιέργεια και το "ενδιαφέρον" του ανθρώπου / παρατηρητή / ερευνητή, ενθαρρύνει την απροκατάληπτη διατύπωση "υποθέσεων", απαιτεί την "πειραματική" επιβεβαίωση για αναγόρευση μιας εξ αυτών σε αποδεκτά πρότυπα (ή τη "θεωρία") και εφαρμόζει τον "συνεχή έλεγχο" για επιβεβαίωση ή διάψευση των θεωριών.

(Και) στο CERN, η φυσική επιστήμη των στοιχειωδών σωματιδίων με την εφαρμογή αυτής της μεθοδολογίας ελέγχει πειραματικά πολλές υποθέσεις των θεωρητικών φυσικών οι οποίες αφορούν στην ύπαρξη και άλλων σωματιδίων, στις αλληλεπιδράσεις τους και στις ιδιότητές τους. Έως τώρα έχουν επιβεβαιωθεί εκεί πολλές υποθέσεις, έχουν ανευρεθεί και μελετηθεί νέα, προβλεπόμενα από τις επιστημονικές υποθέσεις σωματίδια ύλης (από τα οποία συγκροτείται ο φυσικός μας κόσμος) και σωματίδια πεδίου (με τα οποία τα σωματίδια ύλης αλληλεπιδρούν μεταξύ τους). Όμως, εκτός της επιστήμης και η τεχνολογία –η οποία εφαρμόζει τις επιστημονικές γνώσεις– και η κοινωνία –η οποία εφαρμόζει την τεχνολογία– έχουν επωφεληθεί από τη λειτουργία του CERN, με την ανεύρεση νέων υλικών, νέων τεχνικών και οργάνων για την ιατρική, νέων δυνατοτήτων επικοινωνίας –όπως το διαδίκτυο– κá.

Τώρα κατά τα προσεχή χρόνια, μετά τη δοκιμαστική λειτουργία –η οποία διακόπηκε για λίγους μήνες λόγω αστοχιών του υλικού– και την επιβεβαίωση των αναμενόμενων επιδόσεων του νέου επιταχυντή, οι επιστήμονες ελπίζουν να μελετήσουν την κατάσταση της ύλης μόλις ένα τρισεκατομμυριοστό του δευτερολέπτου μετά τη Μεγάλη Αρχή (ή όπως αδόκιμα είναι γνωστή ως Big Bang) του φυσικού μας κόσμου, του σύμπαντος, περίπου 13,5 δισεκατομμύρια χρόνια πριν. Συγκεκριμένα, ελπίζουν να μάθουν αν υπάρχει ή όχι το σωματίδιο Higgs χωρίς το οποίο δεν εξηγείται θεωρητικά γιατί τα σώματα έχουν μάζα, να ελέγξουν την ορθότητα της υπόθεσης της

υπερσυμμετρίας, σύμφωνα με την οποία για κάθε σωματίδιο που γνωρίζουμε σήμερα υπάρχει και ένα υπερσυμμετρικό, να ελέγξουν τον πιθανό τρόπο δημιουργίας μελανών οπών και τη διέγερση περισσοτέρων των γνωστών τριών διαστάσεων του χώρου, αλλά και να παρατηρήσουν ακραίες συγκρούσεις / αλληλεπιδράσεις σωματιδίων που συμβαίνουν στη φύση ή/και να ανακαλύψουν νέα τεχνολογικά προϊόντα και πρακτικές.

## **Η Αγυρτεία**

Η Αγυρτεία έχει ήδη επωφεληθεί και ενδυναμωθεί από τη δημοσιότητα η οποία αφορά στα νέα πειράματα του CERN, το ενδιαφέρον όλων μας αλλά και την ευεξήγητη άγνοια ή ημιμάθεια των πολλών. Προκαταληπτικοί ιδεολόγοι, άδολοι ή εκ του πονηρού συνωμοσιολόγοι, προφήτες δεινών, πωλητές βιβλίων και εντυπωσιολόγοι οι οποίοι αναζητούν θέση σε μεταμεσονύχτια τηλεοπτικά παράθυρα (...) παραπληροφορούν, ανησυχούν και εκμεταλλεύονται τον κόσμο. Δεν πρόκειται για τη μεταφυσική αγωνία, η οποία αναζητά απαντήσεις στη θρησκευτική πίστη, στο διαλογισμό ή την προσευχή, ούτε για τη φιλοσοφική αγωνία, η οποία αναζητά απαντήσεις στον ορθολογισμό. Πρόκειται για τον ευτελισμό τους σε επικερδείς επιχειρήσεις συγγραφής και διακίνησης ατεκμηρίωτων βιβλίων, τη συντήρηση μιας συστηματικής αμφισβήτησης της επιστήμης και μιας διαρκούς συνωμοσιολογίας για τη διατήρηση του ενδιαφέροντος στις –επί χρήμασι– παραεπιστημονικές ή αστρολογικές προβλέψεις. Πρόκειται για την επιβεβαίωση της έλλειψης ακριβούς γνώσης και κριτικής ικανότητας (και) από τον σημερινό μαθητή / πολίτη / άνθρωπο. Πρόκειται, ακόμη, για το έλλειμμα εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες / παιδείας με τις φυσικές επιστήμες και την ανάληψή της από την (ή την εκχώρησή της στην) τηλεόραση...

Στο CERN, κατά τη διάρκεια της δοκιμαστικής λειτουργίας του επιταχυντή, μια βλάβη στο σύστημα ψύξης των υπεραγωγίων μαγνητών οι οποίοι έχουν προορισμό την κάμψη –σε κυκλική– της τροχιάς των πρωτονίων αποδόθηκε χαρακτηριστικά σε μεταφυσική παρέμβαση, αναζητήθηκαν σχετικές προφητείες και προκάλεσε προβλέψεις για αποτυχία των πειραμάτων. Σημειώνεται ότι κατά μήκος του επιταχυντή έχουν εγκατασταθεί 1.600 υπεραγωγιμοί μαγνήτες, με ξεχωριστή για τον καθένα τροφοδότηση με ηλεκτρικό ρεύμα και ψυκτικό υγρό. Όταν τα ηλεκτρικά καλώδια και οι σωλήνες του ψυκτικού υγρού έχουν μήκος μερικά εκατομμύρια μέτρα, οι δε θερμοκρασίες που πρέπει να επιτευχθούν για τη βέλτιστη λειτουργία των μαγνητών φθάνουν τους  $-271^{\circ}\text{C}$  (πιθανότατα το ψυχρότερο σημείο του σύμπαντος), αντιλαμβάνεται βέβαια ο κάθε απροκατάληπτος παρατηρητής ότι οι πιθανότητες βλάβης –ή και βλαβών– είναι μεγάλες. Ακόμη, "προβλέφθηκε" από διάφορους τηλεσχολιαστές η απορρόφηση και καταποντισμός της γύρω περιοχής από μια μαύρη τρύπα που θα δημιουργηθεί (για τη δημιουργία ανησυχίας) ή αποδόθηκε στο αναζητούμενο σωματίδιο Higgs το όνομα "σωματίδιο του θεού" (για τη δημιουργία σύγχυσης και εμπλοκή της εκκλησίας σε συζητήσεις) με μοναδικό βέβαια στόχο τις τηλεοπτικές ακροαματικότητες και τις πωλήσεις βιβλίων (...)

## **Η Εκπαίδευση**

Η Εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες, με ρόλο και στόχο εκπαιδευτικό / γνωσιακό αλλά και παιδευτικό / μορφωτικό είναι δυνατό –και ευκαταίο– να επωφεληθεί επίσης από τη δημοσιότητα την οποία έχει η λειτουργία του CERN καθώς και οι επιστημονικές και τεχνολογικές ειδήσεις από αυτό. Με βάση δε το διπλό ρόλο και στόχο της εκ-παίδευσης, εκπαιδευτικό και παιδευτικό, είναι δυνατό αυτή να επωφεληθεί και όσον αφορά στον εκπαιδευτικό όσο και στον παιδευτικό ρόλο και στόχο της.

Ο εκπαιδευτικός ρόλος και στόχος των φυσικών επιστημών συνίσταται στον εφοδιασμό του νέου ανθρώπου με την επιστημονική γνώση κάθε εποχής -ηθικό και δημοκρατικό δικαίωμα κάθε πολίτη (κατοχυρωμένο και από το ελληνικό σύνταγμα)-, αλλά και στη

δημιουργία νέων φυσικών επιστημών (ερευνητών ή/και εκπαιδευτικών). Ο εκπαιδευτικός χαρακτήρας των φυσικών επιστημών -πιστεύουμε- δικαιώνεται και εξυπηρετείται με συνέπεια όταν η εκπαιδευτική τους διαδικασία αφορά στην πλέον σύγχρονη -κάθε εποχή- εκδοχή τους. Όλες οι επιστημονικές δραστηριότητες και διαδικασίες (θεωρητικές και πειραματικές) στο CERN περιλαμβάνονται ακριβώς στις περισσότερο κρίσιμες και ενδιαφέρουσες για τη σύγχρονη και μελλοντική επιστήμη. Ανεξάρτητα και πέρα όμως από αυτό, όλες οι επιστημονικές εφαρμογές της φυσικής επιστήμης και οι πειραματικές τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούνται εκεί είναι δυνατό να αποτελούν ένα βέλτιστο μέσο παρώθησης του εναύσματος ενδιαφέροντος των μαθητών / φοιτητών / πολιτών για πολλές θεματικές της εκπαιδευτικής διαδικασίας στην τυπική -ή/και την άτυπη / δια βίου- εκπαίδευση. Η επιτάχυνση φορτισμένων σωματιδίων σε μαγνητικό πεδίο, η υπεραγωγιμότητα των μετάλλων σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, ο διπτός (σωματιδιακός και κυματικός) χαρακτήρας των σωματιδίων σε ταχύτητες συμβατές με αυτή του φωτός, η σχετικιστική διαστολή των διαστάσεων και της μάζας των σωματιδίων αυτών, οι συγκρούσεις των σωματιδίων, ο διπτός χαρακτήρας του φυσικού μεγέθους ενέργειαμάζα και η μεταμόρφωση της ενέργειας σε μάζα σύμφωνα με τη σχετικιστική σχέση  $E=mc^2$ , ο τρόπος ανίχνευσης / αναγνώρισης / ταυτοποίησης των σωματιδίων (...) είναι μερικές από τις επιστημονικές εφαρμογές και τις τεχνολογικές πρακτικές οι οποίες είναι δυνατό να αποτελέσουν έναυσμα -αλλά και αντικείμενα εφαρμογής και γενίκευσης- της εκπαιδευτικής διαδικασίας σε αντίστοιχες θεματικές οι οποίες περιλαμβάνονται στα αναλυτικά προγράμματα της δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Ο παιδευτικός ρόλος και στόχος των φυσικών επιστημών αφορά στη διαμόρφωση ενός ενημερωμένου πολίτη, κοινωνού της επιστημονικής γνώσης και των προβλημάτων του καιρού του αλλά και ικανού να απολαμβάνει τις κατακτήσεις (τεχνολογικές και άλλες) της επιστήμης, του επιτρέπει να αποβάλλει προκαταλήψεις αιώνων ή νεφελώδεις αποκρυφιστικές ιδεοληψίες και τον προφυλάσσει από τους εμπειρισμούς και την εκμετάλλευση από αγύρτες ή ιδιοτελείς "μεσσίες" ή "διαμέσους"... Ο παιδευτικός χαρακτήρας των φυσικών επιστημών αναδεικνύεται κυρίως όταν η εκπαιδευτική διαδικασία διευρύνεται (και) εκτός του σχολικού περιβάλλοντος με ενδιαφέροντα και δραστηριότητες στο επιστημονικό, τεχνολογικό, κοινωνικό, πολιτιστικό και ευρύτερο περιβάλλον (που περιλαμβάνει και το CERN), με σαφή και έντονη τη διαθεματικότητα στις προσεγγίσεις της και τη διαπίστωση του καθοριστικού ρόλου της επιστημονικής μεθοδολογίας. Αυτή η επιστημονική μεθοδολογία -η οποία προτείνουμε να χρησιμοποιείται και ως εκπαιδευτική / διδακτική μεθοδολογία για τις φυσικές επιστήμες- είναι δυνατό να βοηθήσει τον μαθητή / φοιτητή / πολίτη να αξιοποιεί τα ερευνητικά βήματα της επιστήμης και στην εκπαίδευση και σε όλες τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων από τον ίδιο στην καθημερινή ζωή: έναυσμα ενδιαφέροντος, διατύπωση υποθέσεων, αποδεικτικός πειραματισμός, διατύπωση συμπερασμάτων, έλεγχος / εφαρμογές και ερμηνείες. Όμως, αυτή η επιστημονική μεθοδολογία επιβάλλει και μια δεοντολογία η οποία πρέπει να ακολουθείται από όλους μας. Όπως οι επιστήμονες, μετά από τη διατύπωση κάποιας υπόθεσης και σχετικό αποδεικτικό πειραματισμό (στο CERN ή αλλού) συμφωνούν όλοι στην απόρριψη όλων των προηγούμενων -ανεπαρκών ή διαψευσμένων- θεωριών και την αποδοχή -και διδασκαλία- της επιβεβαιωμένης πειραματικά υπόθεσης ως θεωρίας (έως -τουλάχιστον- τη διάψευση και αυτής και την αντικατάστασή της από άλλη) έτσι και ο ολοκληρωμένος εκπαιδευτικά και παιδευτικά πολίτης πρέπει να διακρίνει τις υποθέσεις από τις θεωρίες και να αποδέχεται μόνο τις πειραματικά αποδεδειγμένες θεωρίες.

Υπενθυμίζουμε ότι αποτελεί διαχρονικά τη σταθερή επιδίωξη (το "όνειρο"... ) της επιστήμης η διατύπωση μιας "τελικής θεωρίας" για τη λειτουργία, ερμηνεία και πρόβλεψη όλων των φυσικών φαινομένων (των "πάντων"...). Οι όποιες προσπάθειες, σήμερα, εκφράζονται με τη διατύπωση υποθέσεων (με την προσδοκία της πειραματικής επιβεβαίωσης) ή θεωριών ενοποίησης (όσων έχουν πειραματικά επιβεβαιωθεί). Τα

όποια πειραματικά αποτελέσματα του CERN είναι σίγουρο ότι θα βοηθήσουν (και) σε αυτή την επιδίωξη της επιστήμης, θα διαψεύδουν διαρκώς την αγυρτεία και θα δικαιώνουν –αλλά και θα διευρύνουν– την εκπαίδευση.

\* Ο Γεωργ. Θεοφ. Καλκάνης είναι καθηγητής Φυσικής στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε. και Μεθόδων Διδασκαλίας Φυσικής και Εκπαιδευτικών Τεχνολογιών στο Φυσικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Αθηνών. Έχει εργασθεί ως ερευνητής, από το 1985 έως και το 1993, στο CERN (<http://micro-kosmos.uoa.gr>)