

**Η Μαθηματική Γνώση Προσδιοριστικός Παράγων
του Ρυθμού Μεγέθυνσης και Ανάπτυξης
της Οικονομίας**

Δρ. Κώστας Π. Τσαμαδιάς
Μαθηματικός - Οικονομολόγος
Μετ/πτχ.Ειδ. Οργάνωση - Διοίκηση
Διδάκτωρ Οικονομικής της Εκπαίδευσης

Περίληψη

Η θετική συμβολή της εκπαίδευσης, της κατάρτισης, της έρευνας, της επιστήμης και της τεχνολογίας στη μεγέθυνση και ανάπτυξη της οικονομίας έχει αναγνωρισθεί από παλαιά, ενώ θεωρητικά και εμπειρικά αποδείχθηκε τα τελευταία 50 περίπου χρόνια. Ο κεντρικός ρόλος των μαθηματικών επιστημών στις διαδικασίες της εκπαίδευσης, της κατάρτισης και της έρευνας είναι διαπιστωμένος. Οι επιστήμες και η τεχνολογία εμπεριέχουν, ενσωματώνουν και χρησιμοποιούν διαχρονικά όλο και περισσότερη μαθηματική γνώση. Η δυναμική αλληλεπίδρασή τους είναι επιβεβαιωμένη. Επομένως, το μέσο επίπεδο της μαθηματικής γνώσης - του μαθηματικού κεφαλαίου - των πολιτών ενός κοινωνικού συνόλου αποτελεί σημαντικό προσδιοριστικό παράγοντα της μεγέθυνσης και ανάπτυξης της οικονομίας του. Είναι αυτονόητο ότι η κεφαλαιώδους σημασίας αυτή σχέση αναφέρεται σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο, προφανώς δε αφορά και την Ελλάδα. Η κατανόησή της από την ελληνική κοινωνία αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη χάραξη τοπικής, περιφερειακής και εθνικής στρατηγικής για την Ελλάδα του 21^{ου} αιώνα στο ραγδαία διαμορφούμενο περιβάλλον της νέας παγκόσμιας ψηφιακής οικονομίας.

1. Εισαγωγή

Είναι σαφές ότι, διαβαίνοντας την πύλη του 21^{ου} αιώνα και της 3^{ης} χιλιετίας, βιώνουμε μια ιδιαίτερη περίοδο της ανθρώπινης ιστορίας. Κατ' αυτήν, ένας πολιτισμός παραδίδει τη σκυτάλη σ' ένα καινούργιο. Και όπως ο Τόφλερ (1982) σημειώνει: «...οι πολιτισμοί δεν διαδέχονται ο ένας τον άλλο με οριακή ακρίβεια. Εμπεριέχονται, μέχρις ενός σημείου, ο προηγούμενος στον επόμενο. Ζούν παράλληλα για ένα διάστημα, συγκρούονται, προκαλούν σύγχυση και τελικά ο νεότερος επικρατεί...». Σήμερα, είναι καθολικά αποδεκτό ότι ο βασικότερος παράγοντας που επηρεάζει τη ραγδαία διαμόρφωση των νέων οικονομικών, κοινωνικών και πολιτικών δομών και λειτουργιών είναι οι «πληροφορίες», και η «γνώση». Σε τελική ανάλυση, ο βασικός συντελεστής της οικονομικής, κοινωνικής και πολιτικής εξέλιξης είναι το «ανθρώπινο κεφάλαιο».

Έχει διαπιστωθεί ότι η μαθηματική γνώση σε κάθε ιστορική περίοδο αποτέλεσε, σε τελική ανάλυση τον πυρήνα των επιστημονικών, τεχνολογικών, οικονομικών, κοινωνικών, πολιτικών και πολιτισμικών εξελίξεων. Σήμερα είναι περισσότερο εμφανές από κάθε προηγούμενη φορά, ότι στο επίκεντρο των καταγιστικών οικονομικών, κοινωνικών και πολιτικών μετασχηματισμών, βρίσκεται η πληροφορία, η εν γένει γνώση και ειδικότερα η μαθηματική γνώση.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας θα επικεντρώσουμε την προσοχή μας στον ρόλο και την σημασία της μαθηματικής γνώσης στο ρυθμό της μεγέθυνσης και ανάπτυξης της οικονομίας.

Οικονομία ενός κοινωνικού συνόλου είναι το σύνολο των ενεργειών και δραστηριοτήτων των ατομικών και συλλογικών οικονομικών υποκειμένων του, που αναπτύσσονται προς εξασφάλιση των μέσων ικανοποίησης των αναγκών τους. Στη βάση της οικονομικής δραστηριότητας βρίσκεται το πρόβλημα της κατανομής των σπανιζόντων συντελεστών παραγωγής, μεταξύ των διάφορων εναλλακτικών τους χρήσεων.

Είναι γνωστό ότι κάθε οικονομία καλείται να επιλύσει τα ακόλουθα κοινά, βασικά, γενικά, «λειτουργικά» προβλήματα.: τι θα παραχθεί και πόσο; πώς θα παραχθεί; πώς θα διανεμηθεί; πώς θα επιτευχθεί πλήρης απασχόληση των συντελεστών παραγωγής και τέλος κατά ποιόν τρόπο θα επεκταθεί η παραγωγική ικανότητα της οικονομίας; Το τελευταίο από τα προαναφερθέντα προβλήματα είναι αυτό της οικονομικής μεγέθυνσης.

Η επιστήμη που ασχολείται με την επίλυση των παραπάνω προβλημάτων είναι η **Οικονομική**.

Επειδή πολλές φορές οι όροι «μεγέθυνση» και «ανάπτυξη» της οικονομίας χρησιμοποιούνται ως συνώνυμα, ενώ αναφέρονται σε διαφορετικά φαινόμενα, επιχειρούμε συνοπτική εννοιολογική διευκρίνιση.

Η **Οικονομική Μεγέθυνση (economic growth)** ορίζεται ως η συνεχής αύξηση, κατά την διάρκεια μιάς μακράς χρονικής περιόδου, του συνολικού ή του κατά κεφαλήν προϊόντος της οικονομίας και υποδηλώνει την ικανοποιητική λειτουργία των βασικών μηχανισμών στο πλαίσιο μιάς δεδομένης οικονομικής διάρθρωσης.

Η **Οικονομική Ανάπτυξη (economic development)** είναι ευρύτερη ως έννοια. Εμπερικλείει τις ποσοτικές συνέπειες της μεγεθυντικής διαδικασίας, αλλά ταυτόχρονα έχει και ποιοτική διάσταση. Περιέχει νέες ιδέες και προτιμήσεις. Ενσωματώνει δομικές αλλαγές. Υποδηλώνει βελτίωση της κατανομής των παραγόμενων αγαθών. Σε τελική ανάλυση, σημαίνει γενική ανύψωση του βιοτικού και πολιτισμικού επιπέδου. Η έννοια της οικονομικής ανάπτυξης δεν είναι ουδέτερη και το περιεχόμενό της βασίζεται σε ένα σύστημα αξιών που πηγάζει από τις συγκεκριμένες κοινωνικές πραγματικότητες στις οποίες αναφέρεται.

Συμπερασματικά, η έννοια της μεγέθυνσης είναι μερική και ποσοτική, ενώ η έννοια της ανάπτυξης είναι συνθετική, ποσοτική και πρώτιστα ποιοτική.

2. Εκπαίδευση, Γνώση, Τεχνολογία και Οικονομική Ανάπτυξη

Το πρόβλημα της μεγέθυνσης-ανάπτυξης της οικονομίας απασχολεί από παλαιά, τόσο σε επίπεδο οικονομικής σκέψης, όσο και σε επίπεδο πραγματικής οικονομίας. Το ενδιαφέρον αυξήθηκε σημαντικά μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο.

Κεντρικό ζήτημα υπήρξε ο προσδιορισμός και η διερεύνηση των παραγόντων που επιδρούν στο ρυθμό μεγέθυνσης-ανάπτυξης της οικονομίας.

Η θετική επίδραση της εκπαίδευσης στη διαδικασία της οικονομικής μεγέθυνσης-ανάπτυξης είχε σημειωθεί ήδη από τον Πλάτωνα και συστηματικότερα αναπτύχθηκε από τον A. Smith. Οι κλασικοί οικονομολόγοι [Malthus, Ricardo, Mill] προσδιόρισαν τρεις κυρίως πηγές οικονομικής μεγέθυνσης-ανάπτυξης:

- α. Την μεγέθυνση στο εργατικό δυναμικό και στο πάγιο κεφάλαιο,
- β. Τις βελτιώσεις στην αποτελεσματικότητα της σχέσης κεφαλαίου - εργασίας μέσω της διεύρυνσης της κατανομής των έργων και της τεχνολογικής βελτίωσης και
- γ. Την διεύρυνση της αγοράς που προκαλεί το εξωτερικό εμπόριο ενισχύοντας έτσι τις δύο άλλες πηγές μεγέθυνσης-ανάπτυξης.

Από τα μέσα της δεκαετίας του '50 μέχρι πρόσφατα το παράδειγμα που κυριάρχησε στη θεωρία της οικονομικής μεγέθυνσης βασίζεται στο «νεοκλασικό υπόδειγμα οικονομικής μεγέθυνσης» του οποίου εμπνευστής υπήρξε ο R. Solow. Σύμφωνα με το υπόδειγμα αυτό, η μεγέθυνση-ανάπτυξη μίας οικονομίας ελεύθερης αγοράς, ανεξάρτητα από τις βραχυχρόνιες διακυμάνσεις της, τείνει μονοτονικά σε μια κατάσταση κατά την οποία η κατά κεφαλή κατανάλωση αυξάνεται με σταθερό ρυθμό. Ο ρυθμός αυτός είναι συνάρτηση αποκλειστικά και μόνον εξωγενών τεχνολογικών παραγόντων, όπως ο ρυθμός απόκτησης καινούργιας γνώσης.

Το παράδειγμα αυτό έχει τη δυνατότητα να εξηγήσει τα περισσότερα από τα βασικά χαρακτηριστικά της ανάπτυξης των οικονομιών της ελεύθερης αγοράς:

- α. Το κατά κεφαλή προϊόν (παραγωγικότητα) αυξάνει διαρκώς,
- β. Το κατά κεφαλή φυσικό κεφάλαιο αυξάνει διαρκώς,
- γ. Ο λόγος φυσικού κεφαλαίου –προϊόντος παραμένει σταθερός,
- δ. Το ποσοστό απόδοσης του φυσικού κεφαλαίου παραμένει σταθερό,
- ε. Τα μερίδια του συνολικού εισοδήματος που αντιστοιχούν στο φυσικό κεφάλαιο και στην εργασία παραμένουν σταθερά.

Στο πλαίσιο της νεοκλασικής οικονομικής ανεπύχθη προβληματισμός για τη συμβολή της εκπαίδευσης στην παραγωγικότητα και κατ' επέκταση στο ρυθμό οικονομικής μεγέθυνσης-ανάπτυξης. Συγκεκριμένα, ο Solow (1956, 1957) διετύπωσε τη θέση ότι το ανεξήγητο μέρος του ρυθμού οικονομικής μεγέθυνσης-ανάπτυξης μιας χώρας οφείλεται στην τεχνολογική πρόοδο. Ο Schultz (1961), θεμελιωτής της θεωρίας του ανθρώπινου κεφαλαίου, στη θέση της τεχνολογίας πρότεινε την εκπαίδευση, η οποία συνδέεται άμεσα με την έρευνα και την ανάπτυξη στην τεχνολογία. Οι Schultz (1962) και Lewis (1962) επέστησαν την προσοχή στη βελτίωση των βασικών ανθρώπινων εισροών της παραγωγικής διαδικασίας όπως η εκπαίδευση και η υγεία. Ο Denison (1962), προσπάθησε να εξηγήσει το ρυθμό της τεχνολογικής αλλαγής. Ο Abramovitz (1962) άσκησε κριτική στις τότε οικονομετρικές μεθόδους μέτρησης της οικονομικής μεγέθυνσης-ανάπτυξης, ισχυριζόμενος ότι το «υπόλοιπο» αποτελεί τον «συντελεστή της άγνοιάς μας» και οι Becker (1964), Griliches (1970), Mincer (1974) και άλλοι χρησιμοποίησαν τη θεωρία του ανθρώπινου κεφαλαίου σε εμπειρικές αναλύσεις για τον έλεγχο υποθέσεων που σχετίζονται με το ανθρώπινο κεφάλαιο και την επίδρασή του στη μεγέθυνση-ανάπτυξη μιας οικονομίας. Απεδείχθη έτσι ότι η ποιότητα του ανθρώπινου κεφαλαίου έχει σημαντική επίδραση στη συνολική παραγωγικότητα, η οποία προσδιορίζει την ανταγωνιστικότητα και συμβάλλει θετικά στην μεγέθυνση-ανάπτυξη μιας οικονομίας. Η επίδραση αυτή ενδέχεται να είναι άμεση, καθώς το ανθρώπινο κεφάλαιο μπορεί να θεωρηθεί ως συντελεστής παραγωγής ή έμμεση μέσω των τεχνολογικών αλλαγών και της παραγωγικής αποτελεσματικότητας.

Το επίπεδο μόρφωσης του απασχολούμενου στην παραγωγική διαδικασία ανθρώπινου δυναμικού σχετίζεται θετικά με τον ρυθμό υιοθέτησης και διάχυσης των τεχνολογικών αλλαγών, την τεχνική και διανεμητική αποτελεσματικότητα της παραγωγής [Huffman (1977)], την αποδοτική χρησιμοποίηση του πάγιου κεφαλαιουχικού εξοπλισμού και το ρυθμό προσαρμογής του συντελεστή εργασία στις μακροχρόνιες συνθήκες ισορροπίας μετά από τυχόν βραχυπρόθεσμες αναταράξεις. Οι μεταβλητές αυτές με τη σειρά τους επηρεάζουν θετικά το ρυθμό μεταβολής της παραγωγικότητας που συνακόλουθα επηρεάζει θετικά το ρυθμό οικονομικής μεγέθυνσης-ανάπτυξης.

Βάση της νεοκλασικής προσέγγισης απετέλεσε ο νόμος των φθινουσών αποδόσεων.

Οι διαφορές στο επίπεδο εκπαίδευσης και την ποιότητα του ανθρώπινου κεφαλαίου εξηγούν ένα μεγάλο μέρος των διαφορών που παρατηρούνται στους ρυθμούς αύξησης της παραγωγικότητας ανάμεσα στις διάφορες χώρες. Επιπρόσθετα, επισημαίνεται ότι οι διαφορές ως προς το επίπεδο του διαθέσιμου ανθρώπινου κεφαλαίου εξηγούν και ενδοπεριφερειακές διαφορές στην αύξηση της παραγωγικότητας και συνακόλουθα του ρυθμού της τοπικής ή περιφερειακής οικονομικής μεγέθυνσης-ανάπτυξης [Huffman (1981)].

Με το πέρασμα του χρόνου, γίνονταν όλο και περισσότερο αντιληπτό ότι το νεοκλασικό υπόδειγμα οικονομικής μεγέθυνσης-ανάπτυξης είχε σοβαρές δυσκολίες να εξηγήσει ζητήματα όπως οι σχετικά μεγάλες διαφορές στους μέσους ρυθμούς οικονομικής μεγέθυνσης-ανάπτυξης μίας χώρας μεταξύ μεγάλων χρονικών περιόδων και το γεγονός ότι οι σχετικά φτωχές χώρες δεν αναπτύσσονται με ρυθμούς ταχύτερους από τις σχετικά πλούσιες, με αποτέλεσμα να μην παρατηρείται οικονομική σύγκλιση μεταξύ τους.

Ο προβληματισμός που αναπτύχθηκε οδήγησε σε νέες προσεγγίσεις. Το νέο παράδειγμα προέκυψε από τις ανεξάρτητες εργασίες των R. Lucas και P. Romer στο πανεπιστήμιο του Σικάγο, στα τέλη της δεκαετίας του '80. Οι Romer (1986) και Lucas (1988) θεμελίωσαν τη νέα θεωρία της μεγέθυνσης παραμερίζοντας το νόμο των φθινουσών

αποδόσεων. Ο ρυθμός της μεγέθυνσης-ανάπτυξης μιας οικονομίας γίνεται συνάρτηση της κατανομής των οικονομικών πόρων της, δηλαδή καθορίζεται ενδογενώς.

Στα υποδείγματα αυτά η γνώση είναι ενσωματωμένη στους παραγωγικούς συντελεστές. Δηλαδή, στο ανθρώπινο κεφάλαιο κατά τον Lucas και στο φυσικό κεφάλαιο κατά τον Romer, κατά τέτοιο τρόπο, ώστε οι συντελεστές αυτοί να χαρακτηρίζονται από εξωτερικές οικονομίες που οδηγούν σε φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας για τους κατ'ιδίαν οικονομικούς παράγοντες και αύξουσες αποδόσεις κλίμακας για το σύνολο της οικονομίας. Έδωσαν έμφαση στο ρόλο του ανθρώπινου κεφαλαίου, τονίζοντας ιδιαίτερα το ρόλο της εκπαίδευσης, ερμηνεύοντάς την ευρύτερα, ώστε να περιέχει, εκτός από την εκπαίδευση στα τυπικά εκπαιδευτικά ιδρύματα, και εκείνη στο χώρο της εργασίας. Η εκπαίδευση δημιουργεί θετικές εξωτερικές οικονομίες με ευεργετική επίδραση σε όλους τους συντελεστές παραγωγής. Δηλαδή, συμβάλλει με δύο τρόπους στην οικονομική μεγέθυνση-ανάπτυξη. Ως κοινός συντελεστής παραγωγής (πρώτο κύμα της θεωρίας του ανθρώπινου κεφαλαίου) αλλά και ως πολλαπλασιαστικός συντελεστής, αφού το μέσο επίπεδο της εκπαίδευσης επιδρά στην αποτελεσματικότητα όλων των άλλων συντελεστών παραγωγής. Η διαδικασία της ενδογενούς δυναμικής μπορεί να ενισχυθεί από νέες πηγές ανάπτυξης όπως είναι η έρευνα και η διάχυση των αποτελεσμάτων της. Ο Lucas (1990) εξηγεί επίσης ότι το φυσικό κεφάλαιο αποτυγχάνει να κατευθυνθεί στις φτωχές χώρες εξαιτίας του χαμηλού συγκριτικού πλεονεκτήματός τους σε ανθρώπινο κεφάλαιο (συμπληρωματικοί παράγοντες). Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από την εμπειρική διακρατική ανάλυση των Benhabib and Spiegel (1994).

Επαληθεύθηκε η υπόθεση ότι ένα μορφωμένο εργατικό δυναμικό, σε σχέση με ένα μη μορφωμένο, έχει ένα συγκριτικό πλεονέκτημα, όσον αφορά την εκμάθηση, τη δημιουργία, την υιοθέτηση και την εφαρμογή νέων τεχνολογιών με επακόλουθο την προαγωγή της ανάπτυξης. Γι' αυτό οι αποδόσεις των επενδύσεων στην εκπαίδευση, που σε κάθε περίπτωση έχει εμπειρικά αποδειχθεί ότι είναι ικανοποιητικές, τείνουν να αυξηθούν, όταν η τεχνολογία

αλλάζει γρήγορα, υπό τον όρο ότι τα εκπαιδευμένα άτομα εργάζονται σε κατάλληλες θέσεις. Ο Romer (1990) υποστηρίζει ότι η εκπαίδευση αποτελεί ένα σημαντικό μηχανισμό έρευνας και ανάπτυξης και ότι οι οικονομίες με μεγαλύτερο απόθεμα ανθρώπινου κεφαλαίου γνωρίζουν ταχύτερη ανάπτυξη. Οι Azariadis και Drazen (1990) υποστηρίζουν την ύπαρξη «κατωφλίου», που θα πρέπει να περάσει μία χώρα, όσον αφορά την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού της συστήματος, προτού η οικονομία της αρχίσει να αναπτύσσεται με γρήγορους ρυθμούς. Ο Romer (1993) υποστηρίζει επίσης ότι η επένδυση στην εκπαίδευση είναι προαπαιτούμενο για τη δημιουργία ανθρώπινου κεφαλαίου. Ο Garlino (1995) υποστηρίζει ότι η εκπαίδευση είναι η κινητήρια δύναμη της οικονομικής ανάπτυξης, αφού επηρεάζει την οικονομία πολλαπλά: αυξάνει τα προσόντα και τις ικανότητες των ανθρώπων, τους βοηθά στην υιοθέτηση νέων μεθόδων παραγωγής και τεχνολογικών μέσων καθώς και στην προσαρμογή τους στα νέα δεδομένα. Ο Mc Mahon (1999) εξετάζει το ενδεχόμενο της ολοένα αυξανόμενης απόδοσης του φυσικού κεφαλαίου που οφείλεται στην παραγωγικότητα της εργασίας, ως αποτέλεσμα της ανάπτυξης της εκπαίδευσης.

Από τα προαναφερθέντα συνάγεται ότι ο προωθητικός ρόλος της εκπαίδευσης, της έρευνας, της γνώσης, της τεχνολογίας στη διαδικασία της οικονομικής μεγέθυνσης-ανάπτυξης έχει θεωρητικά εδραιωθεί και εμπειρικά επιβεβαιωθεί. Η εμπειρική επιβεβαίωση αφορά πολλές χώρες και την Ελλάδα.

3. Μαθηματικά και Οικονομική Ανάπτυξη

Στη συνέχεια επιχειρούμε να αποσαφηνίσουμε το ρόλο της μαθηματικής εκπαίδευσης, της μαθηματικής έρευνας και γνώσης στη διαδικασία της μεγέθυνσης-ανάπτυξης της οικονομίας.

Προς τούτο επισημαίνονται:

α. Η εκπαίδευση στα μαθηματικά αποτελεί διαχρονικά τον θεμελιώδη πυλώνα της εκπαίδευσης των πολιτών. Προς επίρρωση του ισχυρισμού επικαλούμεθα την επιγραφή στη σχολή του Πλάτωνα: «Μηδείς άγεωμέτρητος είσίτω» και τη ρήση του Ampere: «η μαθηματική είναι η επιστήμη με την οποία αρμόζει να αρχίζει η σειρά των ανθρώπινων γνώσεων».

Από την οπτική της οικονομικής επιστήμης μπορούμε να πούμε ότι η διαδικασία απόκτησης μαθηματικών γνώσεων διαμέσου της εκπαίδευσης αποτελεί κατανάλωση, υπό την έννοια ότι συντελεί στην πληρέστερη «απόλαυση» των κοινωνικών, πολιτιστικών και πολιτικών πλευρών της ζωής και επένδυση με την έννοια ότι βοηθά τους ανθρώπους να συνδιαμορφώνουν και να λειτουργούν αποτελεσματικά μέσα στο οικονομικό, κοινωνικό και πολιτικό περιβάλλον, αυξάνει τη μελλοντική παραγωγικότητα άρα και την αμοιβή από την εργασία των μαθηματικά εκπαιδευμένων ατόμων και τη συνολική παραγωγή του κοινωνικού συνόλου.

Η εμπειρική εκτίμηση της αποδοτικότητας των επενδύσεων, ιδιωτικών και κοινωνικών, στη μαθηματική εκπαίδευση αποτελεί ένα ανοικτό πρόβλημα

β. Οι μαθηματικές μέθοδοι και τεχνικές αποτελούν αναγκαία εργαλεία για τη θεωρητική και εμπειρική έρευνα σε όλα σχεδόν τα πεδία της επιστήμης και ταυτόχρονα την ατμομηχανή της εξέλιξής τους. Οι διασυνδέσεις των μαθηματικών με τους άλλους τομείς της επιστήμης οδηγούν στον αμοιβαίο εμπλουτισμό του περιεχομένου τους. Ειδικότερα η προϊούσα συμβολή των μαθηματικών επιστημών στη διαχρονική εξέλιξη των οικονομικών επιστημών είναι σήμερα πραγματικότητα καθολικά παραδεκτή. Οι μεθοδολογίες και οι τεχνικές των μαθηματικών επιστημών αποτελούν εκ των «ών ούκ άνευ» εργαλεία ανάλυσης των οικονομικών φαινομένων και επίλυσης των οικονομικών προβλημάτων που με την σειρά τους πυροδοτούν την πρόοδο των μαθηματικών επιστημών.

Η διαδικασία της μαθηματικοποίησης της γνώσης εντείνεται διαχρονικά και τις τελευταίες δεκαετίες έγινε ιδιαίτερα πλατιά και ορμητική. Η επέκταση της περιοχής

εφαρμογών των μαθηματικών στην επιστημονική γνωστική διαδικασία είναι νομοτελειακή. Υπήρχε και εκδηλώνοταν πάντοτε στη διάρκεια όλης της ιστορίας του ανθρώπινου πολιτισμού. Υπάρχει διαχρονικά πρόοδος στη Μαθηματική Επιστήμη και μπορούμε να ισχυρισθούμε ότι όποτε έχουμε αυθεντική πρόοδο στα μαθηματικά προκύπτει ένας νέος τρόπος σκέψης, αναδεικνύεται νέα οπτική θεώρησης του πραγματικού κόσμου. Μπορούμε να μιλάμε για εξουσία των μαθηματικών. Μια διανοητική εξουσία, η οποία φέρεται ως αδιαμφισβήτητη, ως μαζική και βεβαίως όπως κάθε εξουσία δεν παύει να είναι πολύμορφη. Σε επίρρωση των ανωτέρω ισχυρισμών επικαλούμεθα την αναγραφή στο μουσείο επιστημών στο Παρίσι: «Η μαθηματική γίνεται προοδευτικά το κάδρο όλης της επιστημονικής γνώσης, τελειοποιώντας ακατάπαυστα το δικό της πεδίο και στηρίζοντας με τις μεθόδους της και τα αποτελέσματά της την πρόοδο της επιστήμης».

γ. Η τεχνολογία ενσωματώνει διαχρονικά όλο και περισσότερη και πιο σύγχρονη μαθηματική γνώση. Η διαδικασία της μαθηματικοποίησης της επιστημονικής γνώσης και της τεχνολογίας συνειδητοποιείται ως τμήμα της γενικότερης διαδικασίας της επιστημονικοτεχνικής επανάστασης.

Ο ισχυρισμός ότι το επίπεδο της μαθηματικής γνώσης των χρηστών της νέας τεχνολογίας βρίσκεται σε θετική σχέση με το βαθμό προσαρμογής τους σ'αυτή και την ωφελιμότητα που αντλούν από τη χρήση της αναμένει εμπειρική επιβεβαίωση. Υπό την έννοια αυτή αποτελεί ανοικτό πρόβλημα.

δ. Η νέα παγκοσμιοποιούμενη οικονομία γίνεται όλο και περισσότερο ψηφιακή οικονομία, οικονομία του internet. Επομένως μιλάμε πια για προϊούσα μαθηματικοποίηση της πραγματικής οικονομίας. Ως εκ τούτου, μπορούμε να ισχυρισθούμε ότι η αποτελεσματικότητά της θα επηρεάζεται από το μέσο επίπεδο της μαθηματικής γνώσης των υποκειμένων της. Συμπερασματικά, μπορούμε να ισχυριστούμε βάσιμα ότι το μαθηματικό κεφάλαιο που αποτελεί τη βασική συνιστώσα του ανθρώπινου κεφαλαίου και της τεχνολογίας

αποτελεί προσδιοριστικό παράγοντα του ρυθμού μεγέθυνσης-ανάπτυξης της οικονομίας. Βέβαια ο ισχυρισμός αυτός δεν έχει εμπειρικά επιβεβαιωθεί.

Αποτελεί ως εκ τούτου ανοικτό πρόβλημα η κατασκευή εξειδικευμένων υποδειγμάτων που θα μας επιτρέψουν τη μέτρηση της συμβολής του μαθηματικού κεφαλαίου στο ρυθμό μεγέθυνσης-ανάπτυξης της οικονομίας. Επιπρόσθετα σημειώνεται ότι εφεξής οι διαφορές στην ποσότητα και την ποιότητα του ανθρώπινου και ειδικότερα του μαθηματικού κεφαλαίου θα επηρεάζουν τις ανισότητες ανάμεσα στους πολίτες, τις περιοχές και τις χώρες. Ήδη σήμερα και ακόμη πιο πολύ στα χρόνια που έρχονται οι ιεραρχίες στην οικονομία και την κοινωνία θα οικοδομούνται και θα αναπαράγονται με κριτήριο το γνωσιακό και ειδικότερα, το μαθηματικό κεφάλαιο. Τούτο βέβαια θα απαιτεί συνεχή εμπλουτισμό και συσσώρευση. Το μαθηματικό κεφάλαιο που θα παραμένει ανενεργό και δεν θα ανανεώνεται θα απαξιώνεται με γρήγορο ρυθμό. Στην κοινωνία της πληροφορίας και της γνώσης οι μαθηματικά και ευρύτερα τεχνογνωσιακά αναλφάβητοι πολίτες θα κινδυνεύουν από κοινωνική περιθωριοποίηση περισσότερο από τους αναλφάβητους του χθες. Το μέσο επίπεδο της μαθηματικής γνώσης των πολιτών θα αποτελεί: « ένα παράθυρο στην ανθρωπότητα, ένα μέσο που θα βοηθά στην καλύτερη συνεννόηση ανάμεσα στους λαούς» [Frank Swetz] και «θα προσδιορίζει τον βαθμό πολιτισμού μιας χώρας» [A.Lichnerowitz].

4. Στρατηγική Επιλογή για την Ελλάδα της Νέας Εποχής

Τούτων δοθέντων, ως ελληνική κοινωνία, οφείλουμε ευρέως να συνειδητοποιήσουμε ότι το μέλλον της πατρίδας μας πρέπει να το σχεδιάσουμε και να το προετοιμάσουμε με ενόραση και λογισμό. Ο στρατηγικός σχεδιασμός πρέπει να συνεκτιμά τις ευκαιρίες και τις

απειλές του περιβάλλοντος, τις δυνατότητες και τις αδυναμίες της χώρας. Ειδικότερα σε σχέση με το θέμα μας πρέπει να συνεκτιμηθεί ότι:

α. Το νέο οικονομικό, κοινωνικό και πολιτικό περιβάλλον καθορίζεται από την πληροφορία, τη γνώση και τη μάθηση. Οι εξελίξεις στις επιστήμες και στην τεχνολογία, η παγκοσμιοποίηση της νέας ψηφιακής οικονομίας και οι τάσεις απελευθέρωσης της αγοράς εργασίας απαιτούν την άμεση συνειδητοποίηση ότι την πιο αξιόπιστη συνιστώσα για τη μακροχρόνια ανάπτυξη της Ελλάδος αποτελούν οι πολίτες της. Αυτοί χρειάζονται την άριστη διά βίου εκπαίδευση, κατάρτιση και επιμόρφωση.

β. Η δημιουργία του ανθρώπινου και ειδικότερα του μαθηματικού κεφαλαίου, με την ενσωμάτωση γνώσεων και την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, πραγματοποιείται κυρίως, αλλά όχι μόνο, στο πλαίσιο του τυπικού συστήματος εκπαίδευσης και κατάρτισης. Συνάμα, η αξιοποίηση του ανθρώπινου και ειδικότερα του μαθηματικού κεφαλαίου, τόσο από το κράτος όσο και από τους ιδιώτες, πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να δικαιολογείται το υψηλό κοινωνικό και ιδιωτικό κόστος της επένδυσης στο ανθρώπινο και ειδικότερα το μαθηματικό κεφάλαιο. Για τους λόγους αυτούς, αποτελεί βασική προτεραιότητα η αποτελεσματική οργάνωση των δομών και των διαδικασιών για τη δημιουργία του ανθρώπινου και ειδικότερα του μαθηματικού κεφαλαίου, καθώς και η μεγιστοποίηση της ωφέλειας από τη χρησιμοποίησή του στην παραγωγική, με την ευρεία έννοια, δραστηριότητα. Για να καταστεί δυνατή η δημιουργική συμμετοχή της Ελλάδος στις παγκόσμιες ανακατατάξεις θα χρειασθεί να επαναπροσδιορίσει το ρόλο της εκπαίδευσης και ειδικά της μαθηματικής σε όλα τα επίπεδα και κυρίως στο επίπεδο της τριτοβάθμιας διότι αυτό ανατροφοδοτεί όλη την εκπαιδευτική αλυσίδα. Θα πρέπει να αυξήσει έμπρακτα το ενδιαφέρον της για την επιστημονική και τεχνολογική έρευνα και την ευρύτερη δυνατή διάχυση των αποτελεσμάτων τους. Το πρόβλημα πού και πώς θα παράγονται τα μαθηματικά, πόσα, ποιά, πού και πώς θα διδάσκονται είναι διαχρονικά ανοικτά και επιζητεί συνεχώς ανανεούμενες τεκμηριωμένες λύσεις.

γ. Με δεδομένο ότι οι δύο μέχρι σήμερα κυρίαρχες πολιτικές για τη μεγέθυνση-ανάπτυξη της οικονομίας, η νομισματική και η δημοσιονομική, ουσιαστικά κλειδώνονται στο πλαίσιο του συμφώνου σταθερότητας της Ευρωπαϊκής Ένωσης πρέπει να σχεδιασθεί και να εφαρμοσθεί άλλο μίγμα πολιτικών με υψηλή προτεραιότητα στη συσσώρευση και αξιοποίηση του ανθρώπινου κεφαλαίου. Η μαζική επένδυση στο ανθρώπινο κεφάλαιο αναδεικνύεται σε αναγκαία πλέον προϋπόθεση για τη μελλοντική κοινωνική και οικονομική ανταγωνιστικότητα της χώρας μας στον παγκόσμιο στίβο.

Η άρτια προετοιμασία μιας διαχρονικής πολιτικής προς την κατεύθυνση που σκιαγραφήσαμε, θα πρέπει να έχει υψηλή προτεραιότητα στην επιστημονική, κοινωνική και πολιτική ατζέντα.

Βιβλιογραφία:

Ελληνική

Αγγελόπουλος, Αγγ. (1989), «Οικονομική Ανάπτυξη: θεωρία και πολιτική», εκδ. Πιτσιλός, Αθήνα.

Βαϊτσος, Κ. (1980), «Σημειώσεις για το μάθημα : Οικονομική Ανάπτυξη», εκδ. Παπαζήση, Αθήνα

Δημάκος, Γ. (1996), «Εκπαίδευση-Παραγωγικότητα: Κοινωνική και Οικονομική Ανάπτυξη της Ελλάδος», Διδακτορική Διατριβή, Παιδαγωγικό τμήμα, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Κολλίντζας, Τ. (2000), «Η αδράνεια του Status Quo και άλλα παθογόνα αίτια της Ελληνικής Οικονομίας», εκδ. Κριτική, Αθήνα.

- Μέργος, Γ. και Καραγιάννης, Γ. (1997)**, «Θεωρητική Ανάλυση και Μέτρηση της Παραγωγικότητας: Μεθοδολογία και Εφαρμογή», εκδ. Παπαζήση, Αθήνα
- Πετράκης, Π. (1999)**, «Κίνδυνος και Ανάπτυξη: Η Ελληνική Περίπτωση», Προδημοσίευση Ερευνητικής Εργασίας, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Ε.Κ.Π.Α
- Rybnikov, K. (1986)**, «Εισαγωγή στη Μεθοδολογία των Μαθηματικών» στο «Επιστήμη και Κοινωνία», Θεσσαλονίκη
- Σαΐτη, Α. (2000)**, «Εκπαίδευση και Οικονομική Ανάπτυξη», εκδ. Δαρδανός, Αθήνα
- Τσαμαδιάς, Κ. (1982)**, «Η Μαθηματική και ο Ρόλος της. Η Κατάσταση στην Ελλάδα», εκδ. Λαμιακή, Λαμία
- Τσαμαδιάς, Κ. (2000)**, «Η Αποδοτικότητα των Επενδύσεων στην Τριτοβάθμια Τεχνολογική Εκπαίδευση», Διδακτορική Διατριβή, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
- Τσουκαλάς, Κ. (2000)**, «Γνώση, Εκπαίδευση και Ίσες Ευκαιρίες», εφ. ΤΟ ΒΗΜΑ, 18 Ιουνίου 2000
- Ψαχαρόπουλος, Γ. (1999)**, «Οικονομική της Εκπαίδευσης», εκδ. Παπαζήση, Αθήνα

Ξενόγλωσση

- Abramovitz, M. (1962)**. «Economic Growth in the United States», American Economic Review, vol 52, September, pp. 762-782
- Azariadis, C. and Drazen, A. (1990)**. «Threshold Externalities in Economic Development», Quarterly Journal of Economics, CV(2), May 1990, pp.501-526
- Becker, G. (1964)**. «Human Capital», Princeton University Press
- Benhabib, J. and Spiegel, M. (1994)**. «The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from Aggregate Cross-Country Data», Journal of Monetary Economics, vol. 34, pp. 143-173
- Choi, K.S. (1993)**. «Technological Change and Educational Wage Differentials in Korea», Yale University, Economic Growth Center, Center D.P., Series N 698.
- Denison, E. (1962)**. «The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before us», New York. Committee for Economic Development
- Garlino, G. (1995)**. «Do Education and Training Lead to Faster Growth in Cities?», Federal Reserve Bank of Philadelphia, Business Review, Jan.-Febr., pp. 15-21.
- Griliches, Z. (1970)**, «Notes on the Role of Education in Production Functions and Growth Accounting» in Hansen, W.L. ed. Education, Income and Human Capital. Columbia University Press

- Huffman, W.E. (1977).** «Allocative Efficiency: The Role of Human Capital», *Quarterly Journal of Economics*, vol.91, pp.59-79.
- Huffman, W.E.. (1981).** «Black-White Human Capital Differences: Impact on Agricultural Productivity in the US South», *American Economic Review*, vol.71, pp.94-107
- Kindleberger, Ch and Herrick, B. (1983),** «Οικονομική Ανάπτυξη», μετ. Φ. Διαμαντόπουλος, εκδ. Παπαζήση, Αθήνα.
- Kuznets, S. (1965),** «Σύγχρονος Οικονομική Ανάπτυξις», επιμ. Δ. Καράγιωργας, εκδ. Παπαζήση, Αθήνα.
- Lewis, W.A (1962),** «Education and Economic Development», *International Social Science Journal*, Vol. 14, pp.48-67
- Lucas, R. (1988),** «On the Mechanics of Economic Development», *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22(1), July, pp. 3-42
- Lucas, R. (1990),** «Why Doesn't Capital Flow from Rich to Poor Countries», *American Economic Review*, vol.80, pp.92-96.
- Mac Mahon (1999),** «Education and Development: Measuring the Social Benefits», New York, Oxford University Press
- Mincer, J. (1974).** «Schooling Experience and Earnings», Columbia University Press, New York
- Psacharopoulos, G. (1991),** «The Economic Impact of Education:Lessons for Policy Markets», San Francisco Press, San Francisco.
- Psacharopoulos, G. (1999),** «The Opportunity Cost of Child Labor: A Review of the Benefits of Education», University of Athens, (Mimeo)
- Romer, P. (1986),** «Increasing Returns and Long- run Growth», *Journal of Political Economy*, Vol. 94, pp.1002-1037
- Romer, P. (1990),** «Endogenous Technological Change», *Journal of Political Economy*, Vol. 89(5) part 2, October, pp.71-102
- Romer, P. (1993),** «Idea Gaps and Object Gaps in Economic Development», Prepared for the World Bank Conference:How Do National Policies Affect Long Run Growth? Feb.7-8.
- Schultz, T. (1961),** «Investment in Human Capital», *American Economic Review*, Vol. 51
- Solow, R. (1956),** «A contributions to the theory of Economic Growth», *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, pp. 65-94
- Solow, R. (1957),** «Technical Change and the Aggregate Production Function», *Review of Economics and Statistics*, vol.39, pp. 312-320

Abstract

The positive contribution of education, training, research, science and technology in the growth-development of the economy has been supported long ago. However it has been proved, theoretically and empirically, during the last 50 years. The role of mathematical sciences in education, training and research is central. The sciences and the technology embody and use more and more mathematical knowledge. The dynamic interaction is assured. So the average level of mathematical knowledge, the mathematical capital, of the citizens of a social group is an important determinant factor of growth-development of the economy. It is clear that this essential relation refers to local, regional and national level and obviously it has also to do with the Greek case. Its understanding from the Greek society is a prerequisite for the planning of local, regional and national strategy in the fast moving environment of the new global digit economy.