

2. Οριοθέτηση της Πληροφορικής

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μια προσπάθεια ορισμού του αντικειμένου της Πληροφορικής ώστε να γίνει σαφές τι εννοούμε σήμερα με αυτόν τον όρο, και κατά συνέπεια να γίνει σαφές ποιο είναι το αντικείμενο της παρούσας μελέτης, ποιος είναι ο ρόλος που καλείται να διαδραματίσει η Πληροφορική στην αντιμετώπιση των σύγχρονων προβλημάτων, και ποια είναι τα όρια των θεμάτων τα οποία πραγματεύεται.

2.1. Περιγραφή γνωστικού αντικειμένου

Η Πληροφορική είναι η επιστήμη που σχετίζεται με την διαχείριση των πληροφοριών καλύπτοντας από τη μία πλευρά την δημιουργία του απαραίτητου θεωρητικού υποβάθρου το οποίο κάνει δυνατή την αποδοτική χρήση του μεγάλου όγκου των πληροφοριών, και από την άλλη την ανάπτυξη πρακτικών εφαρμογών σε ψηφιακά υπολογιστικά συστήματα που αξιοποιούν τα θεωρητικά αποτελέσματα και τα κάνουν χρήσιμα για τους διάφορους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, αυξάνοντας τις καθημερινές δυνατότητες του μέσου πολίτη.

Η ολοκληρωμένη και συνολική προσέγγιση στα θέματα διαχείρισης πληροφοριών με έμφαση τόσο στις θεωρητικές μεθόδους όσο και στην πρακτική εφαρμογή τους είναι βασική προϋπόθεση για την σωστή μελέτη των θεμάτων που απασχολούν την Πληροφορική. Με άλλα λόγια, η πληροφορική δεν μπορεί και δεν θα πρέπει να αντιμετωπίζεται σαν ένα πλήθος δεξιοτήτων οι οποίες μεταφέρονται εμπειρικά από άνθρωπο σε άνθρωπο. Αντίθετα, η πληροφορική είναι μια ολοκληρωμένη, αυτόνομη επιστήμη που έρχεται να διερευνήσει με συστηματικό τρόπο και να δώσει λύσεις στα θέματα που αφορούν την αποδοτική διαχείριση πληροφοριών και την αξιοποίησή τους για οικονομική και κοινωνική πρόοδο.

Την ίδια στιγμή, λόγω της πολυπλοκότητας των σύγχρονων κοινωνιών, η πληροφορική έχει λάβει σημαντικό ρόλο στην εύρυθμη ή μη λειτουργία τους, καθώς η υπάρχουσα τεχνολογία πληροφορικής καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο αντιμετώπισης πολλών μεγάλων και καθημερινών θεμάτων που αφορούν την ασφάλεια, την επικοινωνία, την ψυχαγωγία, την ενημέρωση, την εκπαίδευση, την υγεία, κλπ.

Την παρούσα στιγμή, η επιστήμη της πληροφορικής περιλαμβάνει επιμέρους αντικείμενα τα οποία μπορούν να περιγραφούν από τους εξής (τουλάχιστον) γενικούς τίτλους:

1. Θεωρία αλγορίθμων
2. Αρχιτεκτονική Υπολογιστών
3. Ηλεκτρονική
4. Ψηφιακά Σήματα και Συστήματα
5. Λειτουργικά Συστήματα
6. Βάσεις Δεδομένων
7. Δίκτυα Υπολογιστών
8. Τηλεπικοινωνίες
9. Τεχνητή νοημοσύνη
10. Επικοινωνία ανθρώπου μηχανής
11. Αρχές γλωσσών και προγραμματισμού

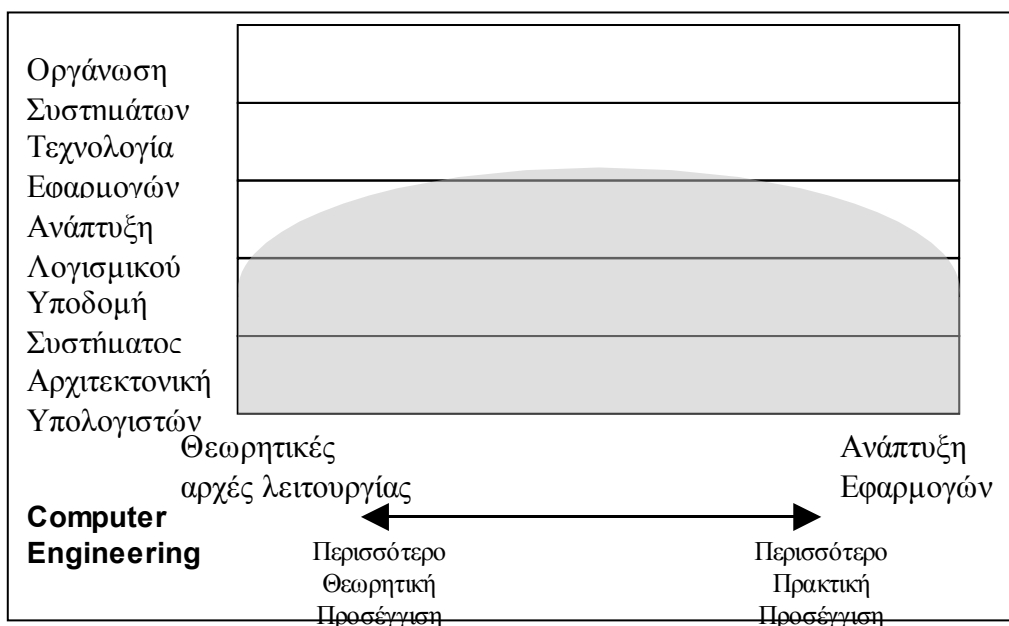
Εδώ θα πρέπει να κάνουμε δυο παρατηρήσεις. Η πρώτη αφορά το γεγονός ότι ορισμένα από τα παραπάνω αντικείμενα έχουν τις ρίζες τους σε άλλες προϋπάρχουσες επιστήμες όπως τα μαθηματικά (π.χ. Θεωρία Αλγορίθμων, Βάσεις Δεδομένων), ενώ άλλα αναπτύχθηκαν μέσα από τους κόλπους της πληροφορικής και αποτελούν εντελώς νέα αντικείμενα μελέτης (π.χ. Τεχνητή Νοημοσύνη, Επικοινωνία Ανθρώπου Μηχανής). Όμως ακόμα και για εκείνα τα αντικείμενα που συνδέονται με άλλες επιστήμες ο ρόλος της πληροφορικής ήταν καταλυτικός, καθώς όχι μόνο βοήθησε σημαντικά στην μελέτη τους με βάση τις κλασσικές προσεγγίσεις, αλλά επιπλέον εισήγαγε νέες ιδέες και νέους τρόπους διερεύνησης αυτών των περιοχών (π.χ. Γενετικοί Αλγόριθμοι, Οντοκεντρικές Βάσεις Δεδομένων) οι οποίες δεν θα αναδεικνύονταν χωρίς την πληροφορική.

Η δεύτερη παρατήρηση αφορά το γεγονός ότι αν και η Πληροφορική με τις Επικοινωνίες αφορούν εν γέννη διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους, η σημερινή εξέλιξη της τεχνολογίας έχει κάνει τα μεταξύ τους όρια δυσδιάκριτα, ολοκληρώνοντας σε μεγάλο βαθμό τα επιτεύγματα τους. Έτσι πολύ συχνά, οι αναφορές μας στην Πληροφορική θα αφορούν επίσης και τον κλάδο των Επικοινωνιών.

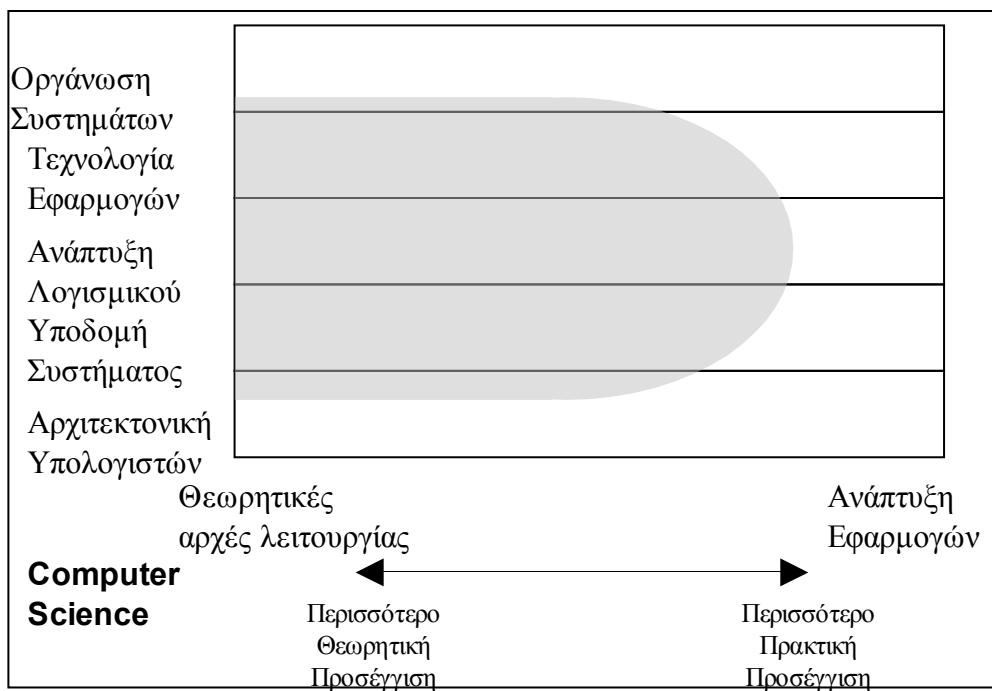
Πέραν του εύρους των θεμάτων που καλύπτονται από την Πληροφορική και των σύνθετων μεταξύ τους σχέσεων, καθένα από αυτά μπορεί να εξεταστεί από πολλές και διαφορετικές οπτικές γωνίες. Για παράδειγμα το ίδιο επιστημονικό αντικείμενο μπορεί να προσεγγισθεί εστιάζοντας περισσότερο είτε στην βελτίωση της τεχνολογίας που το αφορά, είτε στην ευρεία αποδοχή του από την κοινωνία, και την βελτίωση της ευχρηστίας του από το σύνολο των πολιτών. Αν και οι ακολουθούμενες προσεγγίσεις δεν είναι διακριτές αλλά επικαλύπτονται σε μεγάλο βαθμό μεταξύ τους, εντούτοις μπορούν να προσδιορισθούν πέντε διαφορετικοί τρόποι προσέγγισης των θεμάτων της πληροφορικής [1]. Αυτοί αφορούν:

- Την δημιουργία των κατάλληλων υπολογιστικών συστημάτων που διευκολύνουν την διαχείριση των πληροφοριών εξετάζοντας θέματα που αφορούν το υλικό τους, το λογισμικό τους, την σύνδεση και επικοινωνία τους με άλλα συστήματα. Η κατεύθυνση αυτή είναι γνωστή και ως Μηχανική Υπολογιστών (Computer Engineering).
- Την θεωρητική προσέγγιση υπολογιστικών προβλημάτων, και την ανάπτυξη νέων υπολογιστικών μεθόδων, με στόχο την δημιουργία εφαρμογών που επιλύουν προβλήματα της πραγματικής ζωής. Η κατεύθυνση αυτή είναι γνωστή και ως Επιστήμη Υπολογιστών (Computer Science).
- Την δημιουργία συστημάτων που καλύπτουν τις πληροφοριακές ανάγκες επιχειρήσεων και άλλων οργανισμών ώστε να διευκολύνουν την λειτουργία τους και την επίτευξη των στόχων τους. Η κατεύθυνση αυτή είναι γνωστή και ως Πληροφοριακά Συστήματα (Information Systems).
- Την δημιουργία τεχνικών που εξασφαλίζουν την εγκυρότητα και αξιοπιστία των συστημάτων πληροφορικής κάτω από ένα εύρος διαφορετικών συνθηκών λειτουργίας. Η κατεύθυνση αυτή είναι γνωστή σαν Τεχνολογία Πληροφοριών (Information Technology).
- Τον σχεδιασμό μεθόδων που διευκολύνουν την ανάπτυξη σύνθετων προϊόντων λογισμικού. Η κατεύθυνση αυτή είναι γνωστή ως Μηχανική Λογισμικού (Software Engineering).

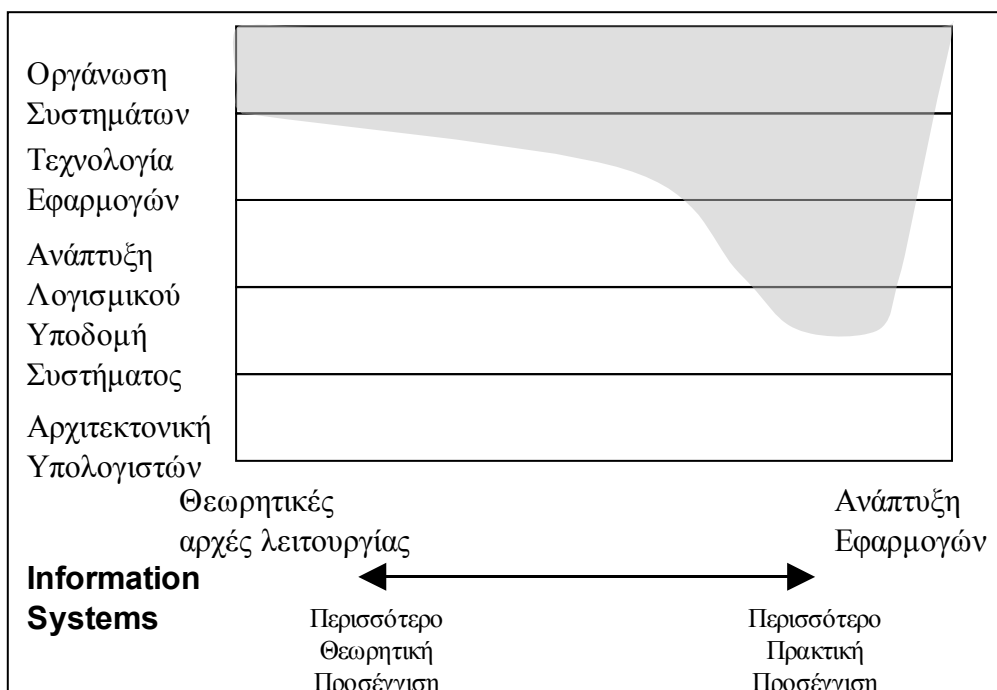
Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η γραφική απεικόνιση των παραπάνω προσεγγίσεων που φαίνεται στα σχήματα 1-5. Σε όλα τα σχήματα, ο οριζόντιος άξονας αναπαριστά το βαθμό που η προσέγγιση στα επιμέρους θέματα είναι περισσότερο θεωρητική ή εφαρμοσμένη, ενώ ο κατακόρυφος άξονας παριστά το βαθμό που το συγκεκριμένο πεδίο έρευνας αναφέρεται στις αρχές λειτουργίας των υπολογιστικών συστημάτων ή στην αξιοποίηση τους για την υποστήριξη σύνθετων εργασιών. Η κατηγοριοποίηση αυτή των προσεγγίσεων Πληροφορικής θεωρείται ιδιαίτερα αξιόπιστη, και θα μπορούσε να φανεί χρήσιμη στο μέλλον για τον αυτο-προσδιορισμό των επιστημόνων Πληροφορικής μέσα στο γενικότερο σύνθετο σύνολο.



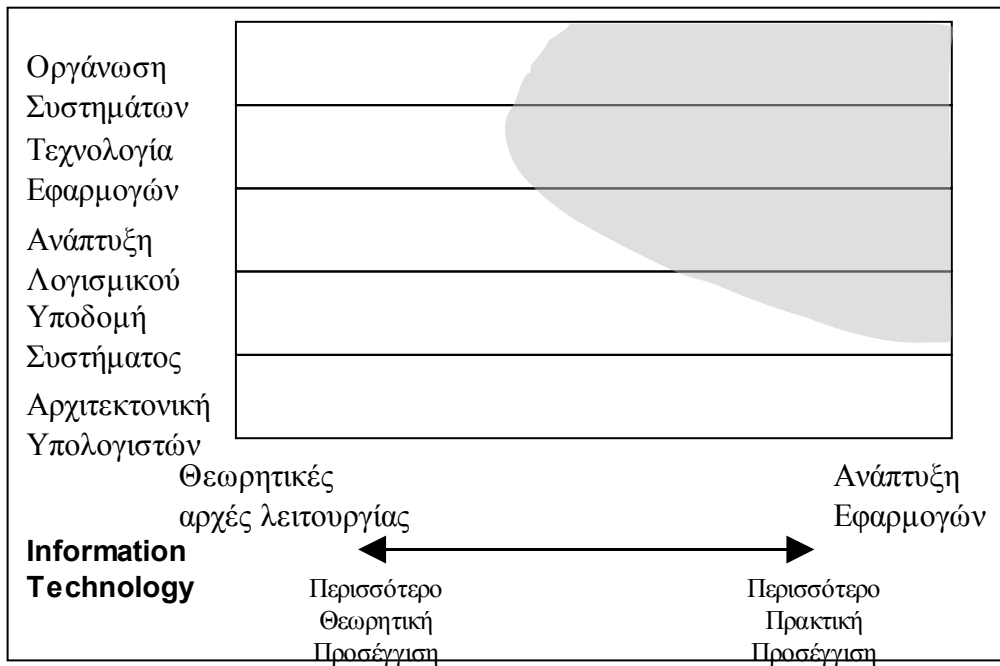
Σχήμα 1. Γραφική αναπαράσταση των θεμάτων που εξετάζει η Μηχανική Υπολογιστών [1].



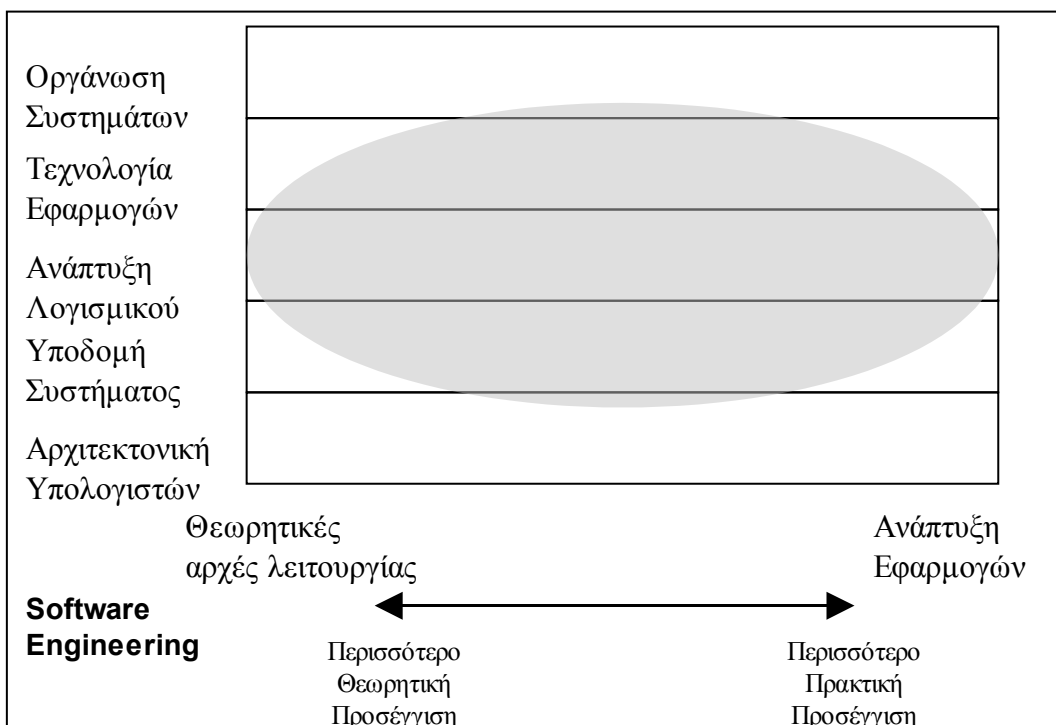
Σχήμα 2. Γραφική αναπαράσταση των θεμάτων που εξετάζει η Επιστήμη των Υπολογιστών [1].



Σχήμα 3. Γραφική αναπαράσταση των θεμάτων που εξετάζουν τα Πληροφοριακά Συστήματα [1].



Σχήμα 4. Γραφική αναπαράσταση των θεμάτων που εξετάζει η Τεχνολογία Πληροφοριών [1].



Σχήμα 5. Γραφική αναπαράσταση των θεμάτων που εξετάζει η Μηχανική Λογισμικού [1].

2.2. Σχέση με άλλες επιστήμες.

Η Πληροφορική αποτελεί μέλος ενός γενικότερου τοπίου, όπου οι διάφορες επιστήμες συνυπάρχουν, επικοινωνούν και συνεργάζονται. Στην συνέχεια θα προσπαθήσουμε να διερευνήσουμε την σχέση της Πληροφορικής με τις άλλες επιστήμες εστιάζοντας από την μια στην διαφορετικότητα και αυτονομία της Πληροφορικής, και από την άλλη την αλληλεπίδραση και την ώθηση που μπορεί να προσδώσει σε αυτήν η αλληλεπίδρασή της με τις υπόλοιπες επιστήμες.

2.2.1. Διαφορετικότητα-Αυτονομία

Η πληροφορική έχει αυτόνομη ιστορία που καλύπτει περισσότερο από το μισό του 20^{ου} αιώνα, και ξεκινάει με την δημιουργία των πρώτων υπολογιστών ώστε να διευκολυνθεί η ταχεία επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων. Σύντομα έγινε κατανοητό ότι τμήματα της τεχνολογίας που είχε αναπτυχθεί μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε πολλά διαφορετικά πεδία, οπότε η Πληροφορική άρχισε να αποτελεί ένα ξεχωριστό πεδίο έρευνας και εφαρμογών. Στον ακαδημαϊκό χώρο, η Πληροφορική ξεκίνησε να υπάρχει ως ένα ξεχωριστό επιστημονικό αντικείμενο την δεκαετία του '60 [2]. Συνεπώς, στις μέρες μας φτάνει τα 50 περίπου χρόνια αυτόνομης ύπαρξης. Κατά την διάρκεια αυτών των χρόνων, η Πληροφορική έχει κάνει σημαντικές συνεισφορές στην επιστήμη και την κοινωνία. Και αυτό γιατί κατάφερε να διερευνήσει με συστηματικό τρόπο πολλά ανοικτά προβλήματα, ξεκινώντας από την θεωρητική τους αντιμετώπιση, στοχεύοντας όμως παράλληλα και στην πρακτική αξιοποίηση των θεωρητικών αποτελεσμάτων. Με άλλα λόγια, η Πληροφορική είναι μια νέα σχετικά επιστήμη η οποία εισήγαγε ένα νέο τρόπο σκέψης και ένα νέο τρόπο αντιμετώπισης των προβλημάτων, καθώς κατάφερε να συνδυάσει με συστηματικό τρόπο την πρόοδο σε θεωρητικό επίπεδο με την τεχνολογική πρόοδο.

Η Πληροφορική δημιούργησε ένα νέο πρίσμα εξέτασης των πραγμάτων το οποίο στοχεύει στην αποδοτικότερη επεξεργασία πληροφοριών συνθέτοντας χαρακτηριστικά άλλων προϋπαρχόντων επιστημών, αλλά και δημιουργώντας προσέθεσε καινούργια. Για παράδειγμα, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ορισμένα από τα γνωστικά αντικείμενα που αναφέρονται στην παράγραφο 2.1 να αποτελούν το πεδίο της πληροφορικής, δεν αποτελούν αποκλειστικότητα του συγκεκριμένου χώρου. Έτσι, το αντικείμενο της ηλεκτρονικής δεν σχετίζεται μονάχα με την Πληροφορική, καθώς υπάρχει και η επιστήμη των ηλεκτρονικών που τα εξετάζει, όπως επίσης και τα θέματα θεωρίας αλγορίθμων δεν σχετίζονται μονάχα με την πληροφορική, καθώς ασχολείται με αυτά και η επιστήμη των μαθηματικών. Όμως η πληροφορική ήταν αυτή που κατάφερε να συνδυάσει τα παραπάνω, φέρνοντάς τα κάτω από ένα κοινό πλαίσιο, διερευνώντας την σχέση αλληλεπίδρασης μεταξύ τους. Την ίδια στιγμή, πέρα από την ολοκλήρωση, υπήρξε και δημιουργία νέων αντικειμένων από την πλευρά της Πληροφορικής. Για παράδειγμα η τεχνητή νοημοσύνη, η καταναεμημένη επεξεργασία, κ.α. είναι νέα αντικείμενα έρευνας, άγνωστα μέχρι πριν λίγο καιρό, τα οποία προέκυψαν μέσα από την πρόοδο της πληροφορικής. Η επιστήμη της Πληροφορικής έχει το μοναδικό προνόμιο να συνεξετάζει όλα τα παραπάνω επιμέρους αντικείμενα, και να τα διερευνά κάτω ένα ενιαίο πρίσμα που στόχο έχει την αποδοτική διαχείριση των πληροφοριών.

Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι εξετάζοντας εν συντομία την σχέση μεταξύ άλλων επιστημονικών πεδίων, θα δει κανείς ότι η σχέση αλληλεπίδρασης μεταξύ επιστημών είναι ένα συχνό φαινόμενο με ευεργετικά αποτελέσματα στην εξέλιξη των επιμέρους κλάδων. Για παράδειγμα τόσο η επιστήμη των μαθηματικών όσο και η επιστήμη της φυσικής ασχολούνται με την μελέτη συστημάτων διαφορετικών εξισώσεων [4,5], ενώ τόσο οι φιλόλογοι όσο και οι ιστορικοί ασχολούνται με την μελέτη των βυζαντινών κειμένων [6,7]. Τα επικαλυπτόμενα αυτά σημεία έρευνας όμως, κάθε άλλο παρά απαγορεύουν στις επιστήμες των Μαθηματικών και της Φυσικής ή της Φιλολογίας και της Ιστορίας να έχουν την δική τους αυτόνομη υπόσταση, η οποία καθορίζει και την οπτική γωνία από την οποία η κάθε επιστήμη εξετάζει τα επιμέρους θέματα.

Συνεπώς, αν και η επιστήμη της Πληροφορικής έχει ορισμένες επικαλύψεις με άλλα γνωστικά αντικείμενα (όπως είναι απόλυτα φυσιολογικό), μονάχα αυτή εξετάζει ταυτόχρονα όλα τα θέματα που αναφέρονται στην παράγραφο 2.1 από την οπτική γωνία της διαχείρισης των πληροφοριών. Το σύνολο όλων αυτών των θεμάτων και οι μεταξύ τους συσχετίσεις υπό

το πρίσμα της αποθήκευσης, επεξεργασίας, μετάδοσης της πληροφορίας, ορίζει το γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής. Σήμερα λοιπόν, θα πρέπει να είναι πλέον σε όλους σαφές ότι η Πληροφορική είναι μια ανεξάρτητη επιστήμη με δική της ατζέντα θεμάτων τα οποία με συστηματικό τρόπο διερευνά.

2.2.2. Αλληλεπιδράσεις

Πέρα από την αυτονομία της Πληροφορικής την οποία περιγράψαμε παραπάνω, είναι επίσης σαφές ότι η Πληροφορική επηρεάζει και επηρεάζεται από τις άλλες επιστήμες. Η σχέση αλληλεπίδρασης διπλής κατεύθυνσης με ένα ευρύ φάσμα άλλων επιστημών είναι ιδιαίτερα ισχυρή κυρίως για την Πληροφορική, η οποία λαμβάνει ως ανάδραση ένα εξαιρετικά πολυσύνθετο σύνολο ερεθισμάτων τα οποία αποτελούν για αυτήν αφορμές για συνεχή πρόοδο.

Όμως τα διάφορα επιστημονικά πεδία δεν είναι παθητικοί δέκτες των όποιων εξελίξεων στον χώρο της Πληροφορικής. Και αυτό γιατί η Πληροφορική δεν ασχολείται μονάχα με την δημιουργία ταχύτερων υπολογιστών και μεγαλύτερων μέσω αποθήκευσης, αλλά πολύ περισσότερο με την αξιοποίηση των παραπάνω, ώστε να επιτευχθεί αποδοτικότερη διαχείριση των πληροφοριών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι συγκεκριμένες ανάγκες των διαφόρων επιστημών (που αποτελούν πεδία εφαρμογής) να καθορίζουν πολλές φορές το πλαίσιο των εξελίξεων οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκτενώς και με πολλούς διαφορετικούς τρόπους τελικής χρήσης. Με άλλα λόγια, η ευρεία χρήση των επιτευγμάτων της Πληροφορικής από άλλες επιστήμες, έχει βοηθήσει στην ανάδειξη πολλών και σημαντικών προβλημάτων, κατευθύνοντας παράλληλα τις ερευνητικές προσπάθειες από τον χώρο της Πληροφορικής για την επίλυσή τους. Οι λύσεις που προκύπτουν κάθε φορά από τις εστιασμένες έρευνες οικειοποιούνται από την Πληροφορική, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά περίπτωση σε διαφορετικά προβλήματα προκαλώντας αλυσιδωτές εξελίξεις σε πολλά άλλα πεδία [3].

Τα θεωρητικά και τεχνολογικά επιτεύγματα της Πληροφορικής έχουν λάβει πλέον ευρεία χρήση παίζοντας πρωτεύοντα ρόλο στις μεθόδους έρευνας που χρησιμοποιούν οι άλλες επιστήμες. Χωρίς τις ταχύτερες εξελίξεις στον χώρο της Πληροφορικής πολλοί τομείς, όπως για παράδειγμα η ιατρική και οι επικοινωνίες, δεν θα γνώριζαν την άνθιση που γνωρίζουν σήμερα, και ακόμα περισσότερο, πολλά σύγχρονα πεδία επιστημονικής μελέτης όπως οι υπολογιστικές νευροεπιστήμες, ατμοσφαιρική μοντελοποίηση, κ.α. δεν θα υπήρχαν καν χωρίς την Πληροφορική [3].

2.3. Εξέλιξη και μελλοντικές τάσεις

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει διεθνώς μια σαφώς αναγνωρίσιμη τάση διεπιστημονικής προσέγγισης πολλών θεμάτων, η οποία έχει σκοπό να προωθήσει την ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των διαφορετικών επιστημονικών πεδίων, καθώς και την δημιουργία εναλλακτικών μεθόδων αντιμετώπισης δύσκολων προβλημάτων. Λόγω του μεγάλου εύρους θεμάτων που εξετάζει η Πληροφορική, αλλά και της ευρείας γκάμας νέων εφαρμογών που μπορούν να προκύψουν από την ταχεία θεωρητική και τεχνολογική πρόοδο στις τάξεις της, η εισαγωγή στοιχείων της Πληροφορικής θεωρείται σημαντικό συστατικό για επιτυχείς διεπιστημονικές προσεγγίσεις. Έτσι πολλές φορές, η Πληροφορική καλείται να καθορίσει (με υπολογιστικό και άρα σαφή τρόπο) το πλαίσιο μέσα στο οποίο διαφορετικές επιστήμες θα συνενρευθούν και θα ανταλλάξουν απόψεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα πολλοί να παραλληλίζουν τον ρόλο της Πληροφορικής με τον ρόλο που είχαν τα μαθηματικά κατά το παρελθόν, όπου η δομημένη και τυποποιημένη τοποθέτηση των προβλημάτων είχε ευεργετικές συνέπειες στην μετέπειτα θεωρητική προσέγγισή τους. Δεν είναι τυχαίο λοιπόν που μια σημαντική μερίδα επιστημόνων θεωρεί πλέον τον ρόλο της Πληροφορικής βασικό για την πρόοδο όλων των επιστημών (π.χ. [3]).

Ενδεικτικά θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι η Πληροφορική καλείται να παίξει σημαντικό ρόλο στην διερεύνηση θεμάτων από τον χώρο της υγείας (Medical Informatics), της γεωγραφίας (Geo-Informatics), της βιολογίας (Bio-Informatics), κλπ. Στο μέλλον η τάση ανάμειξης της πληροφορικής με πολλές διαφορετικές επιστήμες αναμένεται ακόμα πιο έντονη, λόγω των δραματικών αλλαγών που έχει επιβάλλει η ανάπτυξη της πληροφορικής στο

σύνολο των επιστημών και τις μεθόδους που χρησιμοποιεί κάθε μια από αυτές, για την προσέγγιση των δικών της προβλημάτων.

Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι η μεγάλη πλειοψηφία των διεπιστημονικών συνεργασιών, όπως για παράδειγμα οι περιπτώσεις της προηγούμενης παραγράφου, ακολουθούν μια μερική προσέγγιση στα θέματα πληροφορικής, καθώς κύριος στόχος τους είναι η διερεύνηση θεμάτων του χώρου εκτός της πληροφορικής. Καθένα από αυτά τα νέα πεδία έρευνας, δανείζεται και χρησιμοποιεί εκείνα τα τμήματα της Πληροφορικής τα οποία καλύπτουν τις δικές του ιδιαίτερες ανάγκες. Με άλλα λόγια, η πληροφορική αντιμετωπίζεται σαν εργαλείο και όχι σαν αυτοσκοπός.

Παρόλο που όπως αναφέρθηκε πριν, η σχέση της Πληροφορικής με τις άλλες επιστήμες είναι αμφίδρομη, οι περισσότερες διεπιστημονικές συνεργασίες έχουν εν μέρη σαν στόχο τους την επίλυση προβλημάτων από τον χώρο της Πληροφορικής, και πολύ περισσότερο την αξιοποίηση των παγιωμένων μεθόδων και αποτελεσμάτων της Πληροφορικής ώστε να διευκολυνθούν και να επιταχυνθούν οι εξελίξεις στα υπόλοιπα εμπλεκόμενα πεδία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μερική προσέγγιση των προβλημάτων της Πληροφορικής από τις υπάρχουσες διεπιστημονικές συνεργασίες οι οποίες συχνά αγνοούν βασικούς άξονες της Πληροφορικής οι οποίοι τυγχάνει να είναι πέρα από τα στενά δικά τους ενδιαφέροντα (π.χ. αρχιτεκτονική υπολογιστών, θεωρία πολυπλοκότητας, τεχνητή νοημοσύνη, κλπ.) [8,9,10]. Συνεπώς είναι πολύ δύσκολο να εξισωθεί η εστιασμένη γνώση που προκύπτει από τις διεπιστημονικές συνεργασίες, με την γενική και ολοκληρωμένη γνώση που θα πρέπει να παράγει η επιστήμη της Πληροφορικής, εξετάζοντας πολλές διαφορετικές παραμέτρους για την αποδοτικότερη διαχείριση της πληροφορίας.

Φαίνεται λοιπόν ότι βραχυπρόθεσμα, σε ορίζοντα 10-20 ετών, η τάση για διεπιστημονικές συνεργασίες δεν πρόκειται να καταργήσει την αυτόνομη φύση της Πληροφορικής. Αντιθέτως μάλιστα, ο αυτόνομος χαρακτήρας της Πληροφορικής αναμένεται να ισχυροποιηθεί ακόμα περισσότερο στο άμεσο μέλλον. Αυτό γιατί από τη μια πλευρά δεν έχει ολοκληρωθεί η Πληροφοριακή αυτοματοποίηση των επιστημών και των βασικών τομέων της καθημερινότητας, οπότε υπάρχει ξεκάθαρη ανάγκη για συνέχιση των υπάρχοντων προσπαθειών στο τρέχων πλαίσιο δράσης, ενώ από την άλλη οι μέχρι σήμερα τεχνολογικές εξελίξεις έχουν αναδείξει νέα θέματα με αμιγώς πληροφορικό χαρακτήρα, που χρίζουν συστηματικής διερεύνησης για τα επόμενα χρόνια (π.χ. ιντερνετ, ρομποτική, ηλεκτρονική ασφάλεια, κ.α.). Καθώς οι εξελίξεις στον θεωρητικό και τεχνολογικό τομέα της Πληροφορικής συνεχίζονται με ραγδαίους ρυθμούς, υπάρχει σαφής ανάγκη για συνολική και ολοκληρωμένη εξέταση των θεμάτων που αφορούν τα πολλαπλά επίπεδα διαχείρισης της πληροφορίας. Θα ήταν απολύτως λογικό λοιπόν να ισχυριστεί κανείς ότι στο μέλλον θα συνεχίσει να υπάρχει ανάγκη για επιστήμονες πληροφορικής οι οποίοι θα είναι σε θέση να μελετήσουν και να δώσουν λύσεις στα παραπάνω προβλήματα. Οι άνθρωποι αυτοί, κατέχοντας το απαραίτητο υπόβαθρο, θα είναι σε θέση να ασχοληθούν με την ίδια ευκολία είτε με τα θέματα της βιοπληροφορικής, είτε της γεοπληροφορικής, είτε οποιουδήποτε άλλου πεδίου εφαρμογής της Πληροφορικής δημιουργηθεί.

Σε μακροπρόθεσμο επίπεδο της τάξεως μερικών δεκαετιών όμως, είναι πολύ δύσκολο να προβλέψει κανείς ποια θα είναι η μορφή της επιστήμης της Πληροφορικής. Αυτό γιατί οι νέες γενιές θα έχουν εκπαιδευτεί σε ένα εντελώς διαφορετικό τρόπο ζωής όπου πολλά πράγματα τα οποία θεωρούνται σήμερα καινοτομίες θα αντιμετωπίζονται ως αυτονόητα. Επίσης οι επιστήμες που αυτή τη στιγμή θεωρούνται ξένες προς την Πληροφορική θα μελετώνται από ανθρώπους που θα κατέχουν τις βασικές αρχές δημιουργίας και εξέλιξης συστημάτων διαχείρισης πληροφοριών, όντας πολύ περισσότερο προσαρμοσμένοι και δεκτικοί απέναντι στην τεχνολογία. Από την άλλη πλευρά, μέσα στις τάξεις της ίδιας της Πληροφορικής, είναι πολύ δύσκολο να προβλέψουμε ποιες θα είναι οι εξελίξεις που θα λάβουν χώρα τα επόμενα χρόνια, και πολύ περισσότερο δεν μπορούμε να ξέρουμε ποιες θα είναι οι συνέπειες που αυτές θα έχουν στην κοινωνία και τις επιστήμες. Άρα, τη δεδομένη χρονική στιγμή, κάθε μακροπρόθεσμη πρόβλεψη έχει ελάχιστες πιθανότητες να βγει αληθινή. Το μόνο που μπορούμε να πούμε, είναι ότι βρισκόμαστε εν μέσω σημαντικών ανακατατάξεων στον χώρο των επιστημών, και ότι πολύ σημαντικό ρόλο για την τροπή των πραγμάτων αναμένεται να διαδραματίσει η Πληροφορική. Χρειάζεται λοιπόν μια εστιασμένη και συστηματική παρακολούθηση των εξελίξεων στις τάξεις της Πληροφορικής ώστε να προβλέψουμε και να

προετοιμάσουμε κατάλληλα το μέλλον, καθώς οι αναμενόμενες αλλαγές πρόκειται επίσης να έχουν άμεσο αντίκτυπο και στην οργάνωση της ίδιας της κοινωνίας.

2.4. Τα όρια της Πληροφορικής

Λόγω της μεγάλης διείσδυσης της πληροφορικής στην καθημερινότητα των πολιτών αλλά και της αυξανόμενης χρήσης της για την υποστήριξη των επιστημονικών προσπαθειών σε διάφορους τομείς, άνθρωποι με διαφορετικό υπόβαθρο έρχονται αντιμέτωποι με θέματα πληροφορικής. Το παραπάνω γεγονός σε συνδυασμό με την γενικότερη έλλειψη ενός ξεκάθਾਰου πλαισίου αντιμετώπισης των θεμάτων της Πληροφορικής, δημιουργεί την δεδομένη χρονική στιγμή δυσκολία προσδιορισμού των θεμάτων που εμπίπτουν ή όχι στην αρμοδιότητα της Πληροφορικής. Για παράδειγμα, παρατηρείται συχνά μια τάση εξίσωσης της κάθε είδους χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών με την ενασχόληση με την Πληροφορική, πράγμα που σε μεγάλο βαθμό συνεπάγεται και την εξίσωση κάθε χρήστη ηλεκτρονικού υπολογιστή με επιστήμονα Πληροφορικής. Η λανθασμένη αυτή υπεραπλούστευση δεν έχει καμία σχέση με την πραγματικότητα, καθώς ο όρος Πληροφορική συνεπάγεται μια ευρεία γκάμα θεωρητικών και τεχνολογικών γνώσεων που τη διαφοροποιεί σαφέστατα από την εμπειρική χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών. Επιπλέον, η τάση όλο και περισσότερων επιστημών να αξιοποιήσουν τα θεωρητικά και τεχνολογικά επιτεύγματα της Πληροφορικής σε συνδυασμό με την προαναφερθείσα υπεραπλούστευση, έχει ως αποτέλεσμα να βαφτίζονται με ευκολία οι πάντες ειδικοί για να αντιμετωπίσουν τα θεωρητικά και τεχνολογικά ζητήματα που άπτονται της Πληροφορικής. Θα πρέπει εδώ να σημειώσουμε ότι, αν και λιγότερο συχνά, συμβαίνει το αντίθετο φαινόμενο, όπου επιστήμονες Πληροφορικής ξεφεύγουν από τα όρια της δικής τους επιστήμης και συμπεριφέρονται ως ειδικοί σε τομείς τους οποίους δεν γνωρίζουν σε βάθος, μόνο και μόνο επειδή έτυχε να αναπτύξουν μια εφαρμογή σχετική με τον εν λόγω τομέα.

Δεν είναι λοιπόν πάντα προφανές εάν κάποιο θέμα αφορά ή όχι την Πληροφορική και σε ποιο βαθμό, καθώς και ποιος είναι αρμόδιος για να το προσεγγίσει με σωστό και συστηματικό τρόπο. Πολύ περισσότερο, συχνά δεν είναι σαφής ο τρόπος εμπλοκής της Πληροφορικής και εάν αυτή θα πρέπει να έχει πρωτεύοντα ή δευτερεύοντα ρόλο στη διερεύνησή του. Προσπαθώντας να αποσαφηνίσουμε ποια είναι τα όρια της Πληροφορικής καθώς και πότε η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών συνιστά ενασχόληση με την Πληροφορική ή όχι, μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερις γενικές κατηγορίες εμπλοκής των ηλεκτρονικών υπολογιστών και της Πληροφορικής στις σύγχρονες μορφές ανθρώπινης δραστηριότητας:

- Η πρώτη κατηγορία αφορά την χρήση απλών εφαρμογών, όπου ο χρήστης χρησιμοποιεί τις βασικές αρχές χρήσης υπολογιστών για να πετύχει τους στόχους του, χωρίς να απαιτούνται οποιουδήποτε είδους εξειδικευμένες γνώσεις από τον χώρο της Πληροφορικής. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν πολύ γνωστά εμπορικά προϊόντα τα οποία απευθύνονται στο ευρύ κοινό, οι εφαρμογές γραφείου, τα παιχνίδια ηλεκτρονικών υπολογιστών, οι εφαρμογές που διευκολύνουν την καθημερινότητα συγκεκριμένων επαγγελματιών, η χρήση του διαδικτύου κλπ.
- Η δεύτερη κατηγορία αφορά την σύμπραξη της Πληροφορικής με άλλες επιστήμες, η οποία στοχεύει στην από κοινού εξέταση διαφόρων θεωρητικών, κοινωνικών θεμάτων (π.χ. ποιος είναι ο ρόλος της πληροφορικής στην εκπαίδευση, την οικονομική ανάπτυξη, την εγκληματικότητα κλπ.). Στόχος αυτών των προσπαθειών είναι να προσαρμοστούν / ανανεωθούν οι κατά την περίπτωση εμπλεκόμενες επιστήμες, ώστε να είναι σε θέση να μελετήσουν τα νέα δεδομένα και τις αλλαγές που επιβάλλει η πρόοδος της Πληροφορικής στις σύγχρονες κοινωνίες.
- Η τρίτη κατηγορία αφορά την εστιασμένη ανάπτυξη εφαρμογών οι οποίες σκοπεύουν να υποστηρίξουν διαδικασίες που αφορούν τομείς δραστηριότητας από ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών επιστημών (π.χ. εξειδικευμένες εφαρμογές που αναφέρονται σε οικονομικές, περιβαλλοντολογικές, χημικές, κλπ. διεργασίες). Πρόκειται για μια σύνθετη διαδικασία η οποία απαιτεί ταυτόχρονα ισχυρές γνώσεις από τον χώρο της Πληροφορικής, αλλά και εξειδικευμένες γνώσεις που αφορούν το ιδιαίτερο πεδίο εφαρμογής. Στη συγκεκριμένη περίπτωση λοιπόν απαιτείται συχνά συνεργατική προσέγγιση μεταξύ Πληροφορικής, και μιας τουλάχιστον άλλης

επιστήμης, ώστε να πραγματοποιηθεί σωστά η ανάλυση των απαιτήσεων και η ανάπτυξη της εφαρμογής.

- Η τελευταία κατηγορία αφορά την εστιασμένη ενασχόληση με ένα ή περισσότερα από τα βασικά γνωστικά αντικείμενα της Πληροφορικής τα οποία περιγράφονται συνοπτικά στην παράγραφο 2.1. Στόχος αυτών των προσπαθειών είναι η ανάπτυξη νέων μεθόδων που υπηρετούν την ίδια την επιστήμη της Πληροφορικής τόσο σε θεωρητικό όσο και σε τεχνολογικό επίπεδο, μέσα από μελέτες που βελτιώνουν τα υπάρχοντα συστήματα επεξεργασίας πληροφοριών. Στη συγκεκριμένη περίπτωση απαιτείται ισχυρό θεωρητικό και τεχνολογικό υπόβαθρο από τον χώρο της Πληροφορικής ώστε να είναι κατανοητές οι αλληλοσυσχετίσεις μεταξύ των κύριων κατευθύνσεων του χώρου, και να προσδιοριστούν οι δράσεις που μπορούν να δώσουν λύσεις στα κοινά προβλήματα.

Οι παραπάνω κατηγορίες, αναφέρονται σε θέματα που εμπίπτουν σταδιακά όλο και πιο πολύ στον χώρο της Πληροφορικής, ξεκινώντας από την πρώτη κατηγορία όπου η ανάγκη για γνώσεις σε θέματα πληροφορικής είναι ελάχιστη, περνώντας στην δεύτερη και τρίτη κατηγορία οι οποίες αφορούν την σύμπραξη της πληροφορικής με άλλες επιστήμες, και καταλήγοντας στην τελευταία κατηγορία που αφορά τον πυρήνα της πληροφορικής, στοχεύοντας στην ανάπτυξη αυτής της ίδιας της επιστήμης της Πληροφορικής.

Αν και τα όρια διάκρισης μεταξύ των παραπάνω κατηγοριών δεν είναι αυστηρά και σαφή, η υιοθέτησή τους διευκολύνει να προσδιοριστεί ο βαθμός εμπλοκής της Πληροφορικής σε πολλά επιστημονικά αλλά και καθημερινά ζητήματα. Στην συνέχεια θα προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε εν συντομία τον ρόλο και τον τρόπο εμπλοκής της Πληροφορικής σε κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες. Το βασικό κριτήριο που χρησιμοποιούμε είναι εάν και κατά πόσο υπάρχει ανάγκη ισχυρού θεωρητικού και τεχνολογικού υποβάθρου σε θέματα Πληροφορικής για να θεωρηθεί επιτυχής η ενασχόληση με καθεμιά από τις παραπάνω κατηγορίες.

Συγκεκριμένα, η πρώτη κατηγορία που αφορά την απλή χρήση εφαρμογών απαιτεί μονάχα βασικές ικανότητες χειρισμού υπολογιστών οι οποίες σε καμία περίπτωση δεν φτάνουν στο βάθος γνώσεων που απαιτεί η ενασχόληση με την Πληροφορική. Άρα η απλή χρήση εφαρμογών έχει να κάνει ελάχιστα με την σύγχρονη σημασία του όρου Πληροφορική. Εδώ θα πρέπει ίσως να διευκρινιστεί το για πολλούς αυτονόητο, ότι δηλαδή οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές δεν είναι τίποτε άλλο παρά μηχανές επεξεργασίας ψηφιακών δεδομένων, χωρίς νοημοσύνη και αυτόνομη βούληση. Η επιστήμη της Πληροφορικής και όσοι την υπηρετούν καλούνται να σχεδιάσουν τις εφαρμογές οι οποίες θα κάνουν τις μηχανές να φέρονται με ένα φαινομενικά έξυπνο τρόπο, ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών. Άρα, η ανάπτυξη των εφαρμογών προφανώς και συνιστά ενασχόληση με την Πληροφορική. Όμως αυτό δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να συγχέεται με την μετέπειτα χρήση των εφαρμογών.

Σε ότι αφορά τη δεύτερη κατηγορία, μπορούμε να πούμε ότι το βάρος πέφτει μάλλον περισσότερο στους κατά περίπτωση εμπλεκόμενους τομείς (και όχι στην Πληροφορική), οι οποίοι χρησιμοποιούν τις ήδη γνωστές μεθοδολογίες προσέγγισης των προβλημάτων τους, προσπαθώντας παράλληλα να λάβουν υπόψη τους τις νέες παραμέτρους που δημιουργούν οι εξελίξεις στον χώρο της Πληροφορικής. Έτσι, ο ρόλος της Πληροφορικής στις περιπτώσεις αυτές είναι κυρίως συμβουλευτικός, και έχει σαν στόχο να βοηθήσει στην ανανέωση και επιτυχή αναπροσαρμογή των εμπλεκόμενων τομέων στα πολύπλοκα δεδομένα που δημιουργεί η ραγδαία εξέλιξη της πληροφορικής.

Αντίθετοι θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν οι ρόλοι της πληροφορικής με τις υπόλοιπες επιστήμες σε ότι αφορά τα θέματα της τρίτης κατηγορίας. Πιο συγκεκριμένα, η ανάπτυξη εστιασμένων εφαρμογών απαιτεί τον συμβουλευτικό ρόλο των εμπλεκόμενων επιστημών ώστε να γίνει με επιτυχία η ανάλυση των απαιτήσεων, όμως το βάρος των τεχνολογικών αποφάσεων και των επιλογών μέσα από τις υπάρχουσες εναλλακτικές λύσεις πέφτει στις πλάτες της Πληροφορικής, η οποία καλείται να εξασφαλίσει την ικανοποίηση των απαιτήσεων και την βέλτιστη λειτουργία του συστήματος. Με άλλα λόγια, στην συγκεκριμένη περίπτωση η Πληροφορική συμπράττει με άλλες επιστήμες, έχοντας όμως πρωτεύοντα ρόλο στην δημιουργία του τελικού αποτελέσματος.

Στην τελευταία κατηγορία όπου εξετάζονται θέματα αμιγώς Πληροφορικής, στόχος είναι η ανάπτυξη της ίδιας της επιστήμης εξετάζοντας τις σχέσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ των επιμέρους αντικειμένων. Αν και η τεχνολογία που αναπτύσσεται μέσα από αυτές τις

προσπάθειες μπορεί να υπηρετήσει τις ανάγκες και άλλων επιστημών, κύριος στόχος είναι η πρόοδος της ίδιας της επιστήμης της Πληροφορικής αφήνοντας συχνά σε δεύτερη μοίρα την μελλοντική εφαρμοσμένη αξιοποίησή τους σε διάφορους τομείς.

Ανακεφαλαιώνοντας τον προσδιορισμό των ορίων της Πληροφορικής, στόχος αυτής της προσπάθειας είναι να μπορεί να δοθεί απάντηση στο ερώτημα κατά πόσο κάποιο θέμα αφορά την πληροφορική ή όχι, καθώς και πόσο σημαντικός είναι ο ρόλος που αυτή καλείται να διαδραματίσει στη μελέτη του. Αντί λοιπόν να εστιάσουμε την παρούσα μελέτη στην δημιουργία μιας εκτενούς λίστας των θεμάτων που αφορούν την Πληροφορική (πράγμα μάλλον αδύνατο), προσπαθήσαμε να καθορίσουμε μια μεθοδολογία εξέτασης η οποία προσδιορίζει εάν και σε ποιο βαθμό το οποιοδήποτε υπό συζήτηση θέμα εμπίπτει ή όχι εντός των ορίων της Πληροφορικής. Διατηρώντας λοιπόν σαν βάση την παραπάνω κατηγοριοποίηση και την συζήτηση που ακολούθησε, ο βαθμός εμπλοκής της Πληροφορικής, μπορεί να προκύψει με την αντιστοίχιση του υπό εξέταση θέματος σε μια από τις παραπάνω κατηγορίες, και εν συνεχεία να προσδιορισθεί η βαρύτητα και ο ρόλος της Πληροφορικής με βάση τα αντίστοιχα σχόλια.

2.5. Σχόλια

Το παρόν κεφάλαιο περιγράφει την διαλεκτική σχέση της Πληροφορικής με άλλες επιστήμες (και ανθρώπινες δραστηριότητες εν γένει), γεγονός το οποίο έχει ήδη επισημανθεί στην ιδρυτική διακήρυξη της ΕΠΕ. Οι παράμετροι που αφορούν την πραγματικότητα αυτή θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με ιδιαίτερη σοβαρότητα κατά την λήψη αποφάσεων από τους κρατικούς φορείς, αλλά και κατά την προσπάθεια χάραξης στρατηγικής σχετικά με τις μελλοντικές δράσεις της χώρας.

Παρ' όλα αυτά, πολύ σπάνια πραγματοποιείται συστηματική διερεύνησης του ρόλου και του βαθμού εμπλοκής της Πληροφορικής (ως αυτόνομης οντότητας) στους διάφορους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη και συντήρηση συγκεχυμένη απόψεων στους κόλπους της πολιτείας και των κέντρων λήψεως αποφάσεων, με την Πληροφορική είτε να υπερτιμάται, είτε να υποτιμάται αδικαιολόγητα. Αυτό ίσως είναι ένα γενικότερο χαρακτηριστικό περιφερειακών οικονομιών όπως η Ελληνική, όπου υπάρχει έλλειψη δομημένης αντιμετώπισης των καταστάσεων. Έτσι δεν αναδिकνύται με σαφήνεια ο ρόλος των εμπλεκόμενων πλευρών και ποιές είναι οι απαιτήσεις και οι υποχρεώσεις που θα πρέπει να υπάρχουν από και προς αυτές. Δυστυχώς κάτω από αυτό το πλαίσιο, η επιστήμη της Πληροφορικής και οι φορείς που την αντιπροσωπεύουν, συχνά λειτουργούν σε επίπεδα μετριότητας χωρίς την δυνατότητα να αξιοποιήσουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ρόλου τους, αλλά κατά συνέπεια και χωρίς την δυνατότητα να προσφέρουν τα αναμενόμενα στο υπόλοιπο κοινωνικό σύνολο.

Ένα ενδιαφέρον ερώτημα που θα μπορούσε να τεθεί για το μέλλον της χώρας είναι εάν θα πρέπει να στρέψουμε όλη την προσοχή μας στην ανάπτυξη της πληροφορικής, που αποτελεί ένα μοντέρνο και ραγδαία αναπτυσσόμενο τομέα, χωρίς να εστιάζουμε αντίστοιχα στην ανάπτυξη άλλων πεδίων (επιστημονικών ή μη). Η απάντηση είναι πως μάλλον όχι, καθώς όπως συζητήθηκε στο παρόν κεφάλαιο, υπάρχει αλυσιδωτή και διαλογική σχέση μεταξύ τους. Η ανάπτυξη της πληροφορικής βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στα ερεθίσματα που της μεταφέρουν τα ετερογενή πεδία. Επομένως η προοπτική ανάπτυξης της Πληροφορικής και των συναφών τεχνολογιών πρέπει να τεθεί σε μια βάση συνολικής κοινωνικής και οικονομικής ανάπτυξης της χώρας. Αυτό είναι το ζητούμενο, και ο μόνος τρόπος για των επίτευξη του είναι η δομημένη και συστηματική χάραξη στρατηγικών, λαμβάνοντας υπόψη τις σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των εμπλεκόμενων πλευρών.

Συμπερασματικά, αν θέλουμε την αξιοποίηση των Πληροφορικών και της Πληροφορικής εντός της Ελλάδος, τότε πρέπει να συμβάλουμε στην ευρύτερη κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη ώστε ταυτόχρονα να αρχίσει να αναπτύσσεται υγιώς και η Πληροφορική. Σε μια τέτοια στρατηγική ίσως είναι αναγκαίο να δούμε ποιοι τομείς επιστημονικής και οικονομικής δραστηριότητας έχουν προοπτικές (π.χ. αγροτικός τομέας και συναφείς επιστήμες, αρχαιολογία-τουρισμός, ναυτιλία-μεταφορές, παραγωγή και διανομή ενέργειας) και να επιδιώξουμε την οργανική τους σύνδεση με την Πληροφορική σε μια διαλεκτική σχέση αμοιβαίας προόδου. Πρακτικά η εγκαθίδρυση αυτής της διαλεκτικής σχέσης μπορεί να γίνει μέσα από διεργασίες της κοινωνίας των πολιτών (σωματεία, πανεπιστήμια, ...) δημιουργώντας

ένα "αναπτυξιακό κίνημα" που μεσοπρόθεσμα θα μπορέσει να επιβάλει την αλλαγή της παρούσας κατάστασης. Οι φορείς που αντιπροσωπεύουν την Πληροφορική αναμένεται να συμβάλλουν τα μέγιστα προς μια τέτοια οργανωμένη και συστηματική προσπάθεια, και αυτός είναι ένας από τους βασικούς στόχους της Ένωσης Πληροφορικών Ελλάδας (ΕΠΕ). Διαφορετικά δύο προοπτικές απομένουν: μεμονωμένη ανάπτυξη της Πληροφορικής όπως αυτή θα προκύψει μέσα από την ένταξη της χώρας σε ένα παγκόσμιο σύστημα στο οποίο οι έλληνες πληροφορικοί αποσπασματικά αναπτύσσουν τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στο εξωτερικό, ή μόνιμη υπανάπτυξη και φυγή πληροφορικών εκτός Ελλάδος.

Βιβλιογραφία

- [1] ACM, IEEE-CS, "Computing Curricula 2004: A guide to undergraduate degree programs in computing", 2004.
- [2] P. J. Denning, "Computer science: the discipline", encyclopedia of computer Science, 2000
- [3] I. Foster, "A two-way street to science's future", Nature, 440, pp. 419.
- [4] Πρόγραμμα προπτυχιακών σπουδών τμήματος Μαθηματικών Πανεπιστημίου Κρήτης
- [5] Πρόγραμμα προπτυχιακών σπουδών τμήματος Φυσικής Πανεπιστημίου Κρήτης
- [6] Πρόγραμμα προπτυχιακών σπουδών τμήματος Ιστορίας και Αρχαιολογίας Πανεπιστημίου Κρήτης
- [7] Πρόγραμμα προπτυχιακών σπουδών τμήματος Φιλολογίας, Πανεπιστημίου Κρήτης
- [8] Helsinki University of Technology, Department of Surveying, Institute of Cartography and Geoinformatics, Program of undergraduate studies
- [9] Queen Mary University of London, School of Biological Sciences, Program of Undergraduate Studies on Bioinformatics
- [10] University of Aberdeen, Department of Medical Computing Science, Program of undergraduate studies.