

Αναλογική Σκέψη

Στέλλα Βοσνιάδου
Πανεπιστήμιο Αθηνών

Παραγωγικός συλλογισμός

Οι παραγωγικοί συλλογισμοί αρχίζουν από μια γενική πρόταση που θεωρείται ή υποτίθεται αληθής και με την επικουρία ενός ακόμη δεδομένου τερματίζουν το δρόμο τους σε μια πρόταση που επιβάλλεται με λογική αναγκαιότητα ως ακολουθία (λογικό προϊόν) των προηγούμενων σταδίων.

Όλοι οι άνθρωποι είναι θνητοί

Ο Σωκράτης είναι άνθρωπος

Άρα

Ο Σωκράτης είναι θνητός

Εάν είναι ημέρα, υπάρχει φως

Είναι ημέρα

Άρα

Υπάρχει φως

Στους παραγωγικούς συλλογισμούς αποδεικνύεται ότι κάτι το ειδικό και συγκεκριμένο καθορίζεται με λογική αναγκαιότητα από κάτι γενικό και αφηρημένο που διέπει όλα τα όμοια του

Επαγωγικός συλλογισμός

Αναχωρεί από το ειδικό και το συγκεκριμένο και καταλήγει στο γενικό και αφηρημένο

Σ1 είναι Π

Σ2 είναι Π

Σ3 είναι Π

Όλα τα θερμαινόμενα σώματα διαστέλλονται

.....

Άρα όλα τα Σ είναι Π

Επαγωγή ως ατελής διαλογισμός διότι το συμπέρασμά του δεν είναι αναγκαίο.

Επαλήθευση υποθέσεων είναι ένα είδος επαγωγικού συλλογισμού

Αναλογία – βασίζεται στην ομοιότητα σχέσεων

Είδη ομοιοτήτων

- **Κυριολεξία** – Το μανταρίνι είναι σαν το πορτοκάλι
- **Μεταφορά**- Τα μάγουλά σου είναι ρόδα
- **Αναλογία**- Το Άμστερνταμ είναι η Βενετία του Βορρά
- **Ανωμαλία** – Το Άμστερνταμ είναι μανταρίνι

Προβλήματα των τεσσάρων όρων

Το Α είναι στο Β όπως το Γ είναι στο

- Το λιοντάρι είναι για τα ζώα όπως ο βασιλιάς για τους
- 1. Πρέπει να καταλάβεις την σχέση ανάμεσα στο Α και Β, και
- 2. Να βρεις ένα αντικείμενο που έχει παρόμοια σχέση με το Γ.

Κατανόηση λεκτικών αναλογιών

- Το Α είναι σαν το Β
- Το άτομο είναι σαν το ηλιακό σύστημα
- 1. Πρέπει να καταλάβεις την ομοιότητα των σχέσεων ανάμεσα στο 'άτομο' και στο 'ηλιακό σύστημα' (- τομέας βάσης και τομέας στόχου)
- 2. Πρέπει να μεταφέρεις την κατάλληλη πληροφορία από το Α στο Β (χαρτογράφηση και μεταβίβαση/μεταφορά- mapping and transfer)

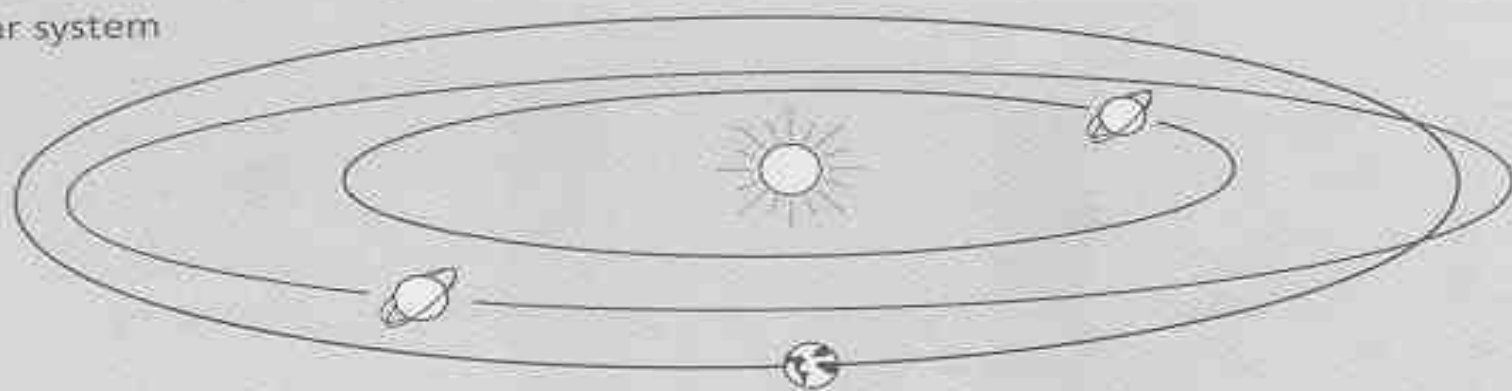
Αναλογική σκέψη

<i>Αναλογία Ατόμου Ήλιακού Συστήματος</i>	
<i>Τομέας-Βάσης Ήλιακό Σύστημα</i>	<i>Τομέας-Στόχος Άτομο</i>
<p>Ο ήλιος έλκει τους πλανήτες.</p> <p>Ο ήλιος είναι μεγαλύτερος από τους πλανήτες.</p> <p>Οι πλανήτες περιστρέφονται γύρω από τον ήλιο κ.λπ.</p>	<p>Ο πυρήνας έλκει τα ηλεκτρόνια.</p> <p>Ο πυρήνας είναι μεγαλύτερος από τα ηλεκτρόνια.</p> <p>Τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα κ.λπ.</p>

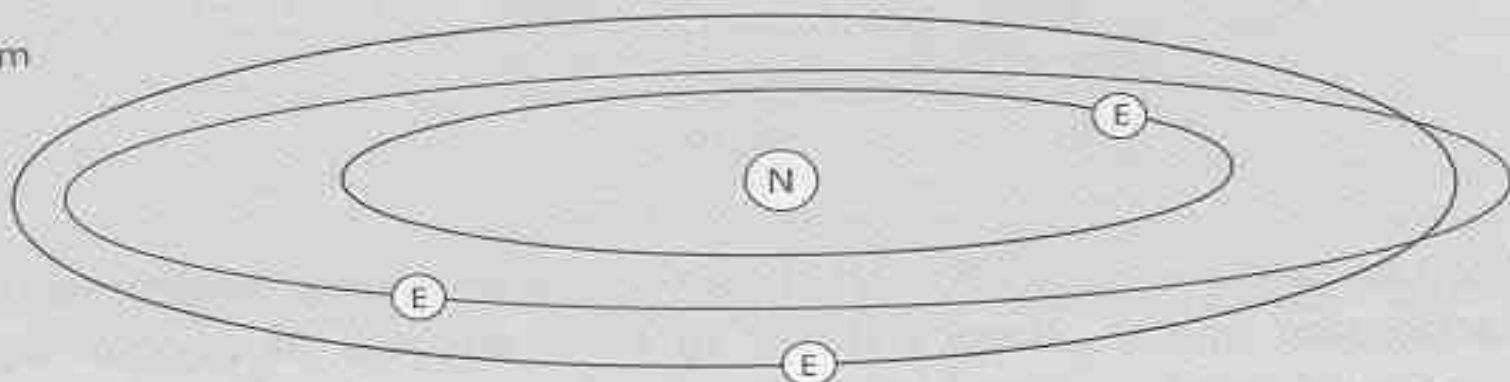
- (1) Αναγνώριση της αναλογίας
- (2) Χαρτογράφηση ομοιοτήτων και διαφορών
- (3) Μεταβίβαση λύσης
- (4) Αξιολόγηση

FIGURE 15.4

Solar system



Atom



Είδη ομοιότητας

- Επιφανειακή ομοιότητα
- Δομική ομοιότητα
- Διαδικαστική ομοιότητα

- Μακρινή μεταφορά
- Κοντινή μεταφορά

Η αναλογία στη λύση προβλημάτων – Το πρόβλημα με τους ιεραπόστολους και τους κανίβαλους

Τρεις ιεραπόστολοι και τρεις κανίβαλοι πρέπει να διασχίσουν ένα ποτάμι. Βρίσκουν μια βάρκα αλλά η βάρκα είναι τόσο μικρή που δεν μπορεί να πάρει περισσότερα από δύο άτομα. Αν οι ιεραπόστολοι και στη μια και στην άλλη όχθη του ποταμού, ή στη βάρκα, ΔΕΝ υπερέχουν αριθμητικά από τους κανίβαλους, οι κανίβαλοι θα φάνε τους ιεραπόστολους.

Βρείτε το πιο απλό πρόγραμμα διαβάσεων που θα επιτρέψει σε όλους τους ιεραπόστολους και τους κανίβαλους να διασχίσουν το ποτάμι με ασφάλεια. Υποτίθεται ότι όλοι οι επιβάτες στη βάρκα αποβιβάζονται πριν από κάθε ταξίδι και τουλάχιστον ένα άτομο πρέπει να είναι στη βάρκα για κάθε διάβαση.

Από Reed, Ernst and Banerji

(1974)

Το πρόβλημα με τους ζηλιάρηδες συζύγους

Τρεις ζηλιάρηδες άνδρες και οι γυναίκες τους πρέπει να διασχίσουν ένα ποτάμι. Βρίσκουν μια βάρκα αλλά η βάρκα είναι τόσο μικρή που δεν μπορεί να πάρει περισσότερα από δύο άτομα.

Βρείτε το πιο απλό πρόγραμμα διαβάσεων που θα επιτρέψει και στα έξι άτομα να διασχίσουν το ποτάμι έτσι ώστε καμιά από τις γυναίκες να μην φύγει παρέα με κανέναν από τους άντρες εκτός εάν ο σύζυγός της είναι παρών.

Υποτίθεται ότι όλοι οι επιβάτες στη βάρκα αποβιβάζονται πριν από το επόμενο ταξίδι, και τουλάχιστον ένα άτομο πρέπει να είναι στη βάρκα για κάθε διάβαση.

Από Reed, Ernst and
Banerji (1974)

Επιφανειακές και Δομικές Ομοιότητες μεταξύ των δύο Προβλημάτων

Πρόβλημα με τους ιεραπόστολους και τους κανίβαλους	Πρόβλημα με τους ζηλιάρηδες συζύγους
Διάβαση ποταμού	Διάβαση ποταμού
Βάρκα	Βάρκα
Ιεραπόστολοι	Άνδρες
Κανίβαλοι	Γυναίκες
Οι κανίβαλοι δεν μπορεί να υπερέχουν αριθμητικά από τους ιεραπόστολους	Η γυναίκα πρέπει να συνοδεύει το σύζυγο

Το Πρόβλημα του Κάστρου (Gick and Holyoak, 1980)

Μια μικρή πόλη τελούσε υπό το σιδερένιο νόμο ενός δικτάτορα. Ο δικτάτορας κυβερνούσε την πόλη από ένα ισχυρό φρούριο. Το φρούριο βρισκόταν στη μέση της πόλης, περιτριγυρισμένο από φάρμες και χωριά. Πολλοί δρόμοι απλώνονταν ακτινωτά προς τα έξω από το φρούριο όπως οι ακτίνες σε μια ρόδα. Εμφανίστηκε ένας μεγάλος στρατηγός ο οποίος συγκέντρωσε ένα μεγάλο στρατό στα σύνορα και ορκίστηκε να κατακτήσει το φρούριο και να ελευθερώσει την πόλη από τον δικτάτορα. Ο στρατηγός γνώριζε ότι αν ολόκληρος ο στρατός του μπορούσε να επιτεθεί στο φρούριο αμέσως θα μπορούσε να το κατακτήσει.

Οι στρατιώτες του βρίσκονταν στην αρχή ενός από τους δρόμους που οδηγούσαν στο φρούριο, έτοιμοι να επιτεθούν. Πάντως, ένας κατάσκοπος έφερε στο στρατηγό μια δυσάρεστη αναφορά. Ο αδίστακτος δικτάτορας είχε τοποθετήσει νάρκες σε όλους τους δρόμους. Οι νάρκες ήταν τοποθετημένες έτσι ώστε μικρά αποσπάσματα ανδρών μπορούσαν να τις περάσουν με ασφάλεια, μιας και ο δικτάτορας χρειαζόταν να μπορεί να μετακινεί στρατιώτες και εργάτες προς και από το φρούριο. Πάντως, οποιαδήποτε μεγάλη δύναμη θα προκαλούσε την έκρηξη των ναρκών. Όχι μόνο θα ανατίναζαν το δρόμο και θα τον καθιστούσαν αδιάβατο αλλά ο δικτάτορας θα κατέστρεφε μετά πολλά χωριά για αντίποινα. Επομένως μια κατά μέτωπο επίθεση με όλες τις δυνάμεις φαινόταν αδύνατη.

Ο στρατηγός, πάντως, ήταν απτόητος. Χώρισε το στρατό του σε μικρές ομάδες και απέστειλε κάθε ομάδα στην κεφαλή κάθε δρόμου. Όταν όλοι ήταν έτοιμοι έδωσε το σύνθημα και κάθε ομάδα ακολούθησε ένα διαφορετικό δρόμο. Όλες οι μικρές ομάδες πέρασαν με ασφάλεια από τις νάρκες και ο στρατός μετά επιτέθηκε στο φρούριο με όλες του τις δυνάμεις. Με αυτό τον τρόπο ο στρατηγός μπόρεσε να καταλάβει το φρούριο και να ανατρέψει το δικτάτορα.

Το Πρόβλημα του Όγκου

Υποθέστε ότι είστε ένας γιατρός που έχετε να αντιμετωπίσετε έναν ασθενή με έναν όγκο στο στομάχι. Είναι δυνατόν να χειρουργήστε τον ασθενή, αλλά αν δεν καταστραφεί ο όγκος ο ασθενής θα πεθάνει.

Υπάρχει ένα είδος ακτινοβολίας που μπορεί να καταστρέψει τον όγκο. Αν οι ακτινοβολίες φτάσουν στον όγκο όλες μαζί σε μια ικανοποιητικά ισχυρή ένταση, ο όγκος θα καταστραφεί. Δυστυχώς, σε αυτή την ένταση οι υγιείς ιστοί που θα διαπεράσουν οι ακτίνες στην πορεία τους προς τον όγκο επίσης θα καταστραφούν. Σε χαμηλότερες εντάσεις οι ακτίνες είναι αβλαβείς για τους υγιείς ιστούς, αλλά δεν θα επηρεάσουν τον όγκο.

Ποιο είδος διαδικασίας θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να καταστραφεί ο όγκος με τις ακτινοβολίες, και την ίδια στιγμή να αποφευχθεί η καταστροφή των υνιών ιστών:

Δομικές ομοιότητες μεταξύ των δύο προβλημάτων

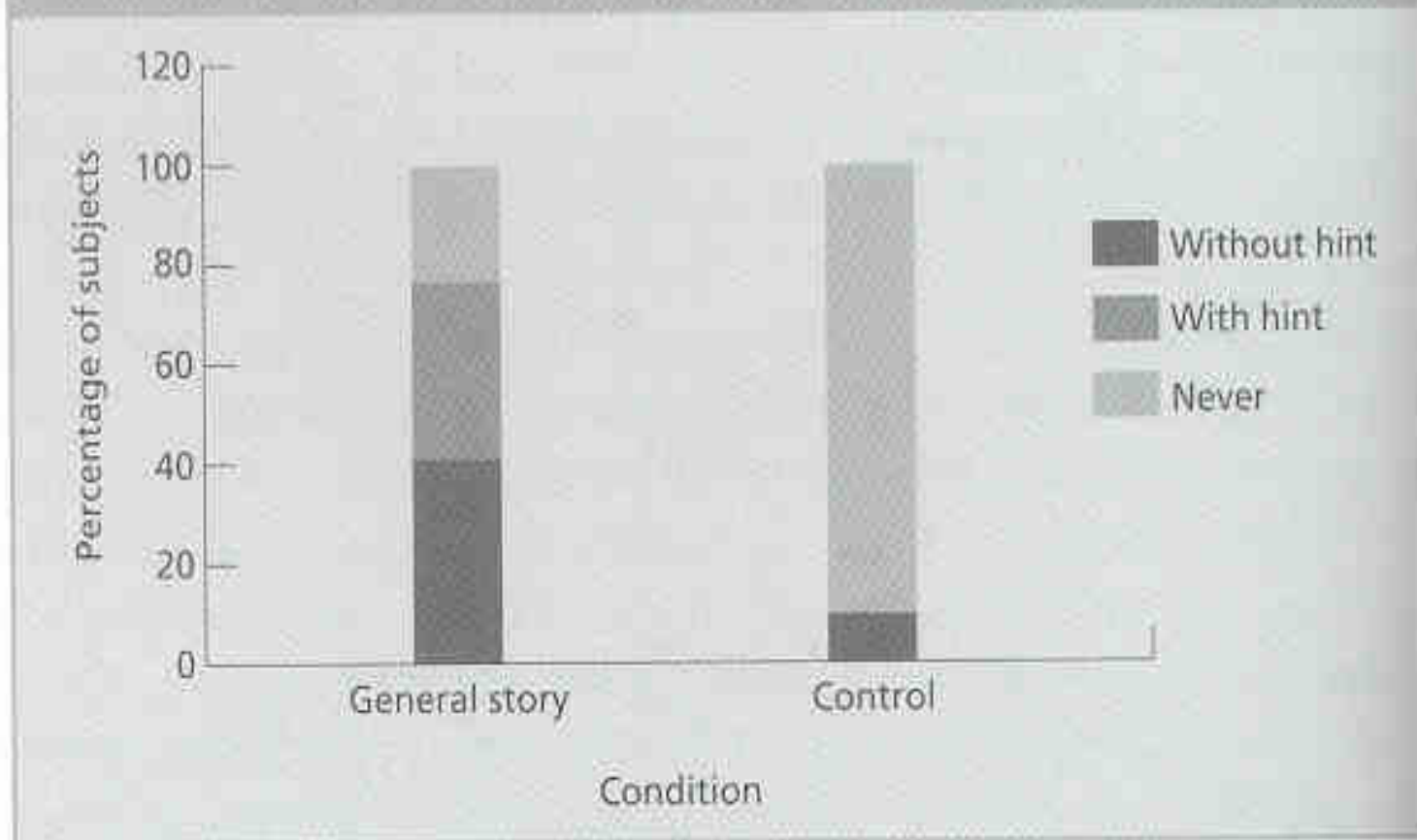
Πρόβλημα του Κάστρου (Εκδοχή της Διασποράς)	Πρόβλημα Όγκου
Φρούριο	Όγκος
Ναρκοθετημένοι δρόμοι	Περιβάλλον ιστός
Κύματα επιτιθέμενων ομάδων που ποικίλουν ως προς το μέγεθος	Ακτίνες που μπορεί να ποικίλουν ως προς την ένταση
Μικρές ομάδες από στρατιώτες που προχωρούν κατά μήκος του δρόμου για να προσεγγίσουν το φρούριο	Ασθενείς ακτίνες που είναι όλες συγκεντρωμένες πάνω στον όγκο

Πείραμα Gick & Holyoack (1980)

Η επόμενη εικόνα δείχνει το ποσοστό των σωστών απαντήσεων στο πρόβλημα του όγκου στην ομάδα της αναλογίας του κάστρου και στην ομάδα έλεγχου.

Σχεδόν σε μισά από τα άτομα της ομάδος της αναλογίας έπρεπε να τους δοθεί κάποιου είδους νύξης για να προσέξουν την αναλογία.

FIGURE 15.5



Ο Στρατηγός (Εκδοχή του δρόμου τροφοδοσίας)

[Αρχίζει με την ίδια παράγραφο όπως παραπάνω.]

Ο στρατηγός, πάντως, ήταν απτόητος. Ήξερε ότι ένας δρόμος που οδηγούσε στο φρούριο ήταν πάντα ανοιχτός για να γίνεται η τροφοδοσία. Οδήγησε το στρατό του στην κεφαλή του δρόμου τροφοδοσίας. Όταν όλοι ήταν έτοιμοι έδωσε το σύνθημα και όλος ο στρατός ακολούθησε τον ανοιχτό δρόμο. Ο στρατός απέφυγε τις νάρκες και επιτέθηκε στο φρούριο με όλες του τις δυνάμεις. Με αυτό τον τρόπο ο στρατηγός μπόρεσε να καταλάβει το φρούριο και να ανατρέψει το δικτάτορα.

Ο Στρατηγός (Εκδοχή της διάνοιξης σήραγγας)

[Αρχίζει με την ίδια παράγραφο όπως παραπάνω.]

Ο στρατηγός, πάντως, ήταν απτόητος. Ο ίδιος και οι άντρες του έσκαψαν μια υπόγεια σήραγγα κάτω από τις νάρκες ακολουθώντας την πορεία του δρόμου προς το φρούριο. Όταν σκάφτηκε η σήραγγα, οι άντρες σύρθηκαν διαμέσου αυτής μέχρι που έφτασαν με ασφάλεια στο φρούριο. Εδώ συγκεντρώθηκαν όλοι μαζί και επιτέθηκαν στο φρούριο με όλες τους τις δυνάμεις. Με αυτό τον τρόπο ο στρατηγός μπόρεσε να καταλάβει το φρούριο και να ανατρέψει το δικτάτορα.

(Gick & Holyoak, 1980)

**Ποσοστιαία αναλογία των υποκειμένων σε κάθε ομάδα που πρότειναν
διάφορες λύσεις για το πρόβλημα του όγκου**

Προτεινόμενη Λύση			
Ομάδες με διαφορετικές εκδοχές	Διασπορά	Πέρασμα από άνοιγμα	Δημιουργία εισόδου
Εκδοχή της Διασποράς	100	10	30
Εκδοχή του δρόμου τροφοδοσίας	10	70	50
Εκδοχή της διάνοιξης σήραγγας	20	30	80
Ομάδα ελέγχου	0	20	50

Προσαρμογή από Gick and Holyoak (1980)

Γιατί οι αναλογίες είναι δύσκολες

- Δυσκολία κατανόησης των σχέσεων ανάμεσα στη βάση και στον στόχο
- Δυσκολία μεταφοράς της σχετικής πληροφορίας
- Πολλές φορές οι άνθρωποι δεν αναπαριστούν τις ιστορίες με τρόπο που να διατηρείται η δομική ομοιότητα ανάμεσα στα δύο προβλήματα
- Αυτό μπορεί να συμβαίνει γιατί δεν υπάρχει η απαιτούμενη προϋπάρχουσα γνώση ή γιατί η προϋπάρχουσα γνώση δεν έχει ενεργοποιηθεί

Ποιοι παράγοντες βοηθούν την αναλογική σκέψη

- Για τους προηγούμενους λόγους, βοηθάει όταν τα θέματα είναι οικεία και όταν δίνονται διάφορες νύξεις σχετικά με την ύπαρξη αναλογιών, όταν αυξάνει η επιφανειακή ομοιότητα, ή όταν υπάρχει το κατάλληλο πλαίσιο.
- Στις πειραματικές καταστάσεις δεν είναι πάντα οικείος ο τομέας βάσης. Η αναλογία όταν χρησιμοποιείται αυθόρμητα πάντα μεταφέρει κάτι που είναι γνωστό σε ένα τομέα που είναι καινούργιος και άγνωστος

Παραγωγική χρήση της αναλογίας στην επιστήμη

- Σημαντικός μηχανισμός για την παραγωγή νέας γνώσης και την εννοιολογική αλλαγή
- Στην επιστημονική ανακάλυψη
- Στην μάθηση

Σκέψη μέσω παραδειγμάτων

- Ιδιαίτερα στο χώρο των θετικών επιστημών
- Προβλήματα των ανθρώπων να γενικεύσουν από τα παραδείγματα
- Η σημασία της αυτο-εξήγησης – Ανάγκη ενεργητικής προσπάθειας από το μέρος του μαθητή

Σκέψη μέσω μοντέλων

- Ένα μοντέλο είναι μία αναλογική αναπαράσταση που διατηρεί τις σχέσεις ανάμεσα στο αντικείμενο και την αναπαράστασή του
- Ηλεκτρικά κυκλώματα και υδραυλικά συστήματα
- Τα μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διδασκαλία- εικονικά μοντέλα μπορούν να βελτιώσουν την επίδοση των μαθητών μέχρι και 60% (Mayer, 1989)