

M 84/4

על מושגים מאפינייהם
ותהליכי רכישתם
בתאוריה, מחקר, ובהוראה

רנה הרשקוביץ

תשמ"ד, 1984

תוכן הענינים

I.	מחז מושג	3
א.	אלמנט אובייקטיבי ואלמנט סובייקטיבי במשמעות המושג "מושג"	3
ב.	מאפייניו של מושג	8
ג.	קלסיפיקציות של מושגים	11
II.	תאוריות על תהליכי רכישת מושגים	15
א.	תאוריות בסיסיות העוסקות בהתפתחות קוגניטיבית	15
ב.	המודל CLD	17
ג.	תאוריות הקשורות בתפיסה	22
ד.	הערות מסכמות	27
III.	יישום תאוריות של רכישת מושגים לתכנון הוראה	29
א.	יישום המודל CLD לתכנון הוראה	30
ב.	הלקחים של תאורית אוזובל לתכנון הוראה	32
IV.	מספר הערות לגבי מחקר ברכישת מושגים	35
V.	רשימת ספרות	41

I. מהו המושג?

א. אלמנט אובייקטיבי ואלמנט סובייקטיבי במשמעות המושג "מושג".

בסעיף זה אנסה להבליט שני אלמנטים יסודיים הקיימים בראיות וגישות שונות של חוקרים למושג - "מושג".

בדיונים שניסו להשיב לשאלות כמו:

מהו מושג?

אלו "סוגי" מושגים קיימים?

כיצד נרכשים מושגים וכד'...

נמצא התלבטויות ואדאות מתנגשות בין שני אלמנטים אלה, המשמשים כשני קטבים.

נתבונן תחילה במספר הגדרות ל"מושג":

- 1) Concept - A mental image of a thing formed by generalization from particulars; also an idea of what a thing in general is to be. (Webster New Collegiate Dictionary, 1973, p. 231).
- 2) A concept is the product of mental conception, it is what is born within the mind (Herron, 1982).
- 3) A concept consists of a set of objects, symbols, or events (referents) which have been grouped together because they share some common characteristics (attributes), (Merril and Wood, 1974, p. 19).
- 4) We defined concept as ordered information about the properties of one or more things, objects, events, or processes - that enables any particular thing, or class of things to be differentiated from and also related to other things or classes of things. (Klausmeier, 1971, p. 240).
- 5) By concept we mean a generalized cognition which reflects the essential properties of objects or phenomena. (Menchinskaya, 1969, p. 75).

בהגדרות הראשונה והשניה מופיע המושג כמשהו שהינו תוצאה של פעילות
מנטלית, וזה גורר מיד את השאלה: מי "עושה" את הפעילות המנטלית?
או במילים אחרות: אם מושג הוא: - mental image of a thing
אז היכן נמצא דימוי זה? האם הכוונה ל mental image ש"נולד"
בתודעת (mind) כל יחיד, או סך הכל של ה- mental images
עליו הוחלט על ידי קבוצת מומחים שהוא הוא המושג המסוים?

הגדרות אלה אינם מפרטות זאת, ומשאירות מקום לקבלת מושג כמשהו סובייקטיבי,
משהו שהוא ה- mental image שבתודעת היחיד ל-"thing" מסוים.
מכיון שכך, אם נוביל זאת לקיצוניות נקבל כי אין מושג שהוא משהו
אבסולוטי אובייקטיבי הקיים לעצמו, אלא המושג תלוי בכושר ההכללה של היחיד,
ולכן משתנה מיחיד אחד למשנהו, ומשתנה אצל היחיד עם הזמן. כלומר, מושג
הוא בעל משמעות סובייקטיבית.
גם אם נקבל כי מושג הוא סה"כ ה- mental images שנוצרו אצל יחידים המהווים
אוכלוסיה מסוימת, נמצא כי יש לו משמעות סובייקטיבית שנוצרה עבורו על ידי
אוכלוסיה זו, ויתכן לכן שאותו מושג משתנה, יקבל משמעויות שונות
באוכלוסיות שונות.

רוש המדברת על קטגוריות, שהן בעצם מושגים בחיי היום יום, מבטאה גישה
סובייקטיבית כזו:

"Categories reflect both real world correlational structure and the
state of knowledge of that structure, of the people doing the
categorization. Since the structure of the environment differs
greatly in different parts of the world, one expects the categories
of different cultures to differ. In addition, interest in the
knowledge of attributes and their correlation for specific domains
differ among cultures, subcultures, and individuals. (Rosch et al, 1976).

המשמעות הסובייקטיבית מדגישה, איפוא, את המושג כתוצר שהינו "תלוי היחיד"
או "תלוי האוכלוסיה".

בחקר רכישת מושגים, (Concept attainment, concept formation), במדע ובמתמטיקה, יש טעם באימוץ גישה המדגישה את האלמנט האוביקטיבי במשמעות המושג "מושג". אלמנט זה בא יותר לידי ביטוי בהגדרות השלישית, הרביעית והחמישית, שהבאנו לעיל:

- המושג כמשקף את התכונות היסודיות של "הדבר", "האוביקט", או "התופעה" כפי שהן קיימות ב"מציאות" מסוימת.

המושג מקבל משמעות אוביקטיבית ביחס לאותה "מציאות" מסוימת.

"מציאות" זו, לגבי שטח מדעי מסוים, היא בעצם תאוריה מדעית כלשהי, אשר בדרך כלל הינה התיאוריה הדומיננטית. כלומר, מקובלת על רוב אנשי המדע באותה תקופה. לפי נקודת ראות זו נגזר איפוא המושג מן התיאוריה המדעית שלו.

ההבחנה בין האלמנט הסוביקטיבי והאוביקטיבי בשאלה "מהו מושג", נותנת אפשרות להשוות את המושג, כפי שהוא קיים במוח הנבדק, עם ה"מושג האוניברסלי", כלומר, עם המושג שקיומו מחוץ לתודעת הנבדק ושאינו תלוי בצורה שהוא לובש בתודעת הנבדק.

ארחיב נקודה זו:

הרושם הנאיבי הוא שהמדע מתאר מושגים הקיימים במציאות (אטום, כוח, חשמל). מכיוון שהתיאוריות המדעיות משתנות במהלך הזמן, נובע שגם המציאות אינה בעלת משמעות אוביקטיבית (מוחלטת). אבל, אם נעסוק רק בתיאוריה מסוימת אחת, הרי שהרושם הנ"ל יהיה עדיין נכון.

מטרת ההוראה של תיאוריה מדעית מסוימת היא כי המושגים, לידי התיאוריה המדעית, יהפכו לנחלת היחיד הלומד. מימוש מטרה זו אינו תהליך פשוט. ההשוואה בין המושג כפי שהוא משתקף במוח היחיד לבין ה"מושג המדעי", יכולה לשמש ככלי לשיפוט מידת התפתחותו של המושג במוח היחיד ו"התקרבותו" למושג המדעי האוביקטיבי.

להבנת הנאמר לעיל אביא מושג אחד לדוגמא, למשל: מושג האטום. אם לא נכנס לתחומים פילוסופיים הרי שכל תיאוריה מדעית, שעסקה במושג זה, צמחה מתוך הצורך לתאר את האטום במדויק "כפי שהוא קיים במציאות".

התיאוריות נשתנו והתפתחו לאורך עשרות שנים. אך, בכל פרק זמן אפשר היה למצוא תיאוריה דומיננטית פחות או יותר, כלומר, זו המקובלת על החלק הגדול של המומחים (אנשי המדע). התיאוריה הדומיננטית עבור מושג האטום, יצרה מושג אטום שיש לו משמעות אוביקטיבית לפחות לאותו פרק זמן. מושג זה

רצו אנשי המדע להנחיל לפרטים (individuals) בתקופתם. אצל היחיד הרוכש את מושג האטום, השתנה והתפתח המושג בהתאם לגילו, לפוטנציאל שלו, ולדרך בה למד את המושג. אך, המושג הפורמלי (המושג המדעי), המקובל של האטום, הווה את אותה משמעות אובייקטיבית חיצונית, לפיה נשפטה תפיסתו האינדיבידואלית של היחיד את מושג האטום.

כאשר דנים ברכישת מושגים במתמטיקה, אשר בה ה"מציאות" לא משמשת כאבן הבוחן לתקיפותה של התיאוריה המתמטית, יש ערך נוסף להבחנה בין שני האלמנטים - האובייקטיבי והסובייקטיבי. במתמטיקה האלמנט האובייקטיבי, כלומר זה שאינו תלוי ביחיד - או תלוי באוכלוסיה המסוימת, נקבע, לפי הגדרתו המתמטית. למושג בעל אותו "שם" אפשר למצוא הגדרות מתמטיות שונות, אך, כל אחת מהן קובעת באופן לגמרי ברור את המושג המתמטי. המושג המתמטי שיתקבל בהגדרות השונות ישתנה לפי ההגדרה, אך במסגרת הגדרה מסוימת, הינו "עצם אובייקטיבי" היכול לשמש כאמת מידה להשתנות המושג הסובייקטיבי, הנמצא בתודעת יחידים.

בתיאור או בהגדרה של "מושג" כמונח, אין מוצאים בדרך כלל חוקרים הכוללים בהגדרתם את שני האלמנטים: הסובייקטיבי והאובייקטיבי. חוקרים מסויימים רואים את המושג כבעל משמעות סובייקטיבית יותר, ואחרים כבעל משמעות אובייקטיבית. רק כאשר מדברים על קלסיפיקציות של מושגים ו/או על תהליכי רכישת מושגים, מוצאים שימוש רב באבחנה שבין שני היבטים אלה (ראה דיונים להלן).

במסגרת הספרות שנקראה לצורך עבודה זו נמצאו שלושה תיאורים ל"מושג", שהם יוצאי דופן מבחינה זו:

*קלוזמאיר (1971) מבדיל בין: Concept as a mental construct

ל: Concept as a public entity

ואומר כי כאשר הינך (כיחיד) נדרש להגדיר או לתאר מושג מסויים, אתה מתאר את המושג הנמצא בתודעתך (אלמנט סובייקטיבי), וזהו

Your mind mental construct. בעוד שכאשר תסתכל על הגדרת אותו מושג

במילון, באינציקלופדיה, או בספר מדעי תקבל את ה Concept as a public entity (אלמנט אובייקטיבי).

****ניתוח מעניין נמצא אצל שפח (Schaefer, 1979). עבורו המושג מכיל,**

בנוסף ל"שמו" של המושג, שני מרכיבים:

הגרעין הלוגי של המושג שהוא בעצם המרכיב האוביקטיבי. במילים של שפר:

"The logic core is a pattern of properties of a class of things which is invariant to individual objects of the class as well as to the observer".

המרכיב השני הוא ה-associative framework אשר בתוכה מעוגן החלק הפורמלי - אוביקטיבי של המושג, ובאמצעותה נוספים לו גוונים של תכונות חושיות, אמוציות וקשרים למושגים אחרים. מסגרת זו היא המאפשרת לאדם לזכור את המושג ולהשתמש בו, והיא משתנה מאדם לאדם. אפשר לראות בה משהו הקרוב לפחות למרכיב הסוביקטיבי.

*****ניתוח שלישי הוא של ש. וינר (Vinner, 1983) המבחין בין המושג לדימוי המושג. דימוי המושג מייצג את אוסף הדימויים (mental images), הדוגמאות, התכונות והקשרים, הקשורים במושג מסוים וקיימים בהכרת היחיד, ואילו המושג הינו אוסף כל הדימויים, הדוגמאות, התכונות והקשרים, הקשורים במושג מסוים, והמתאימים להגדרתו המתמטית ו/או נובעים ממנה.**

מהאמור לעיל נובע כי דימוי המושג עשוי להשתנות מיחיד ליחיד ומאוכלוסיה לאוכלוסיה, ויש לו לכן משמעות סוביקטיבית, בעוד שהמושג המתמטי הינו קבוע לגבי הגדרה נתונה. כלומר, בתוך מסגרת ההגדרה המסוימת יש לו משמעות אוביקטיבית.

ב. מאפייניו של מושג

(1) ניתוח המושג - Concept Analysis

- הכוונה לאנליזה של המושג (המרכיב האובייקטיבי), על ידי בחינת תכונותיו היסודיות.

התכונות היסודיות של מושג הן אלו החייבות להמצא באובייקט מסויים כדי שיהיה דוגמא של המושג.

סודר (Sowder, 1980) קורא להן relevant attributes
קלארק (Clark, 1971) קורא להן critical attributes
לעומתן באות irrelevant attributes או non-critical attributes
שהן התכונות העשויות להשתנות מדוגמא אחת של המושג לדוגמא שניה.

נסביר זאת על ידי דוגמא:

אם נסתכל ב"מושג ההנדסיל" "מרובע", אזי התכונה "בעל ארבע צלעות" הינה תכונה קריטית - כלומר קיימת בכל המרובעים.

התכונה "בעל ארבע צלעות השוות זו לזו" הקיימת בריבוע, שהינו כמובן דוגמא למרובע, הינה תכונה לא-קריטית (או אי רלוונטית), כיוון שאינה חלה על כל הדוגמאות של מרובע.

בין התכונות הלא-קריטיות של מושג כולל סודר סוג מיוחד:

The prevalent irrelevant attributes, שאינן תכונות של המושג עצמו או של דוגמאות שלו, אלא הן קשורות באופני הצגת הדוגמאות של המושג. למשל, הצגת דוגמא למרובע באורילינטציה השונה מזו המקובלת בספרי הלימוד, או שרטוט משולש אחד בקו עבה ואדום והשני בקו דק ושחור, או משולש אחד גדול והשני קטן, וכד'...

לאנליזה של מושג יש ערך רב הן למחקר העוסק בשיפוט בדבר רכישתו של מושג, הן למחקר העוסק בתהליכי רכישת המושג, והן להוראה נכונה של המושגים.

מסתבר כי תכונות קריטיות ושאינן קריטיות משפיעות בצורה שונה על תהליך רכישת המושג, ונמצאות בפרופורציות שונות בדימוי המושג של אוכלוסיה נבדקת, כמו כן משפיע המספר והסוג של תכונות קריטיות ושאינן קריטיות על רכישתו של המושג.

(Clark, 1971; Herron et al, 1976; Klausmeier and Feldman, 1975; Klausmeier, 1980; Hershkowitz and Vinner, 1983).

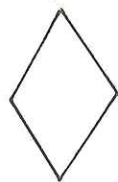
הצגה רחבה יותר של אנליזה של מושג כהכנה להוראה נכונה שלו נמצא אצל קלאוזמאיר (1971). נשוב אליה בהמשך העבודה.

(2) קבוצת הדוגמאות והאי-דוגמאות של מושג

בדוגמא של מושג חייבות להתקיים כל התכונות הקריטיות שלו (הדוגמא יכולה כמובן להכיל בנוסף גם תכונות שאינן קריטיות). אי-דוגמא של מושג (Non-example) אינה מקיימת לפחות אחת מהתכונות הקריטיות.

דוגמא:

הינה אי-דוגמא או דוגמא שלילית לריבוע, מקיימת את התכונה הקריטית של שוויון הזוויות.



הצורה שלפנינו כיוון שאינה

אי-דוגמא של מושג, (או דוגמא שלילית), הוא כל מה שאינו דוגמא, אך, רק אי-דוגמאות שהן "קרובות" לדוגמאות, כלומר מקיימות חלק מהתכונות הנמצאות גם בדוגמאות של המושג, לוקחות חלק פעיל הן בדיאגנוזה על קיומו של המושג בנבדק, והן בתהליכי רכישת המושג. המונח "rational set" של מושג הינו אוסף הדוגמאות והאי-דוגמאות הרלוונטיות של מושג.

רבים החוקרים שהשתמשו ב rational set של מושג כדי לחקור אופנים של רכישתו וגורמים המשפיעים עליהם. (Hunt, 1962; Herron, 1975; Klausmeir and Feldman, 1975; Klausmeir, 1980)

(3) שם המושג והגדרתו

כשמדברים על מושג, ועל למידתו מונים תמיד כהכרח חיוני את קיומם של השם למושג (label) והגדרתו, (Hunt, 1962; Clark, 1972; Klausmeir, 1971). האנט מדבר על ההגדרה כעל הקריטריון לקלסיפיקציה (classification rule), גאנייה (Gagne, 1970) מדבר על למידה בעזרת הגדרה, וטובע את המונח "rule learning". טופל הרבה גם במבנה הלוגי של ההגדרה (Sowder, 1980): - המבנה הלוגי של ההגדרה כמעיד על דרגת מורכבות-המבנה של המושג ועל האפשרות ללמדו, (נדבר על זאת בסעיף הבא הדין בקלסיפיקציה של מושגים).

נקשור עתה את האלמנט או המשמעות האובייקטיבית והסובייקטיבית של מושג, שתארנו בתחילת דברנו כאן, למאפיינים שמנינו לעיל:

למושג במשמעותו האובייקטיבית יש הגדרה אחת. בעצם, המושג הוא הגדרתו, או כמו שאמר האנט (1962):

Concepts are essentially definitions in symbolic logic

למושג במשמעותו זו יש אוסף קבוע של תכונות קריטיות, ואוסף קבוע של דוגמאות. המרחק בין הדוגמאות הוא סימטרי כלומר, כל הדוגמאות הן "שוות זכויות" ונשפטות לפי ההגדרה.

המושג במשמעותו הסובייקטיבית (או דימוי המושג), נוצר בדרך אנדוקטיבית מדוגמאות מלוות ב"ניסיון". כלומר, מאינטראקציה של היחיד עם העולם הסובב אותו. כאשר אצל יחיד מסוים דימוי המושג אינו שלם, אז גם אם הוא יודע לחזור על הגדרת "המושג", אין היא משמשת עבורו קריטריון יחיד לקלסיפיקציה של דוגמאות המושג. "הגדרת העבודה" שלו (ההגדרה לפיה הוא עובד (Herron et al, 1975), שונה מההגדרה השלמה. בתוך אוסף הדוגמאות נמצא פרוטוטיפים (Rosch and Mervis, 1975). כלומר, דוגמאות שמסיבות שונות הן "יותר דוגמאות" מאחרות, ונמצאות בדימוי אותו מושג אצל נבדקים רבים (פופולריות). רוש שהתענינה בקטגוריות, (מושגים בעלי משמעות סובייקטיבית שנוצרים ביום יום), מרחיקה ואומרת כי הפרוטוטיפים הן הדוגמאות שמכילות את המספר הרב ביותר של תכונות של הקטגוריה, (דבר שכמובן לא יתכן במושג במשמעותו האובייקטיבית), וכי המרחק בין הפרוטוטיפים לדוגמאות האחרות הינו א-סימטרי, (Rosch, 1975), כיוון, שהדוגמאות האחרות של הקטגוריה נשפטות לפי מידת קרבתן לפרוטוטיפ (או לפרוטוטיפים) שבקטגוריה.

ג. קלסיפיקציות של מושגים

רבים ניסו לסדר את המושגים השונים לפי מאפיינים משותפים בקבוצות קבוצות. נזכיר כאן כמה קלסיפיקציות אופיניות.

כאשר מנסים לעשות קלסיפיקציות של מושגים קשה שלא לדבר גם על תהליכים הקשורים בלמידתם. לכן בסעיף זה נגלוש מפעם לפעם לדיון קצר כזה. דיון תיאורטי עמוק יותר, בתהליכי למידת מושגים, יופיע רק בשלב מאוחר יותר בעבודה.

1) קלסיפיקציות של מושגים בהדגשת המשמעות האובייקטיבית והסובייקטיבית שלהם.

ויגוצקי (1962) מבחין בין מושגים ספונטניים למושגים מדעיים. מושגים ספונטניים מתפתחים אצל כל ילד על בסיס נסיונו הקונקרטי והמאמץ הרוחני שהוא משקיע. מושגים מדעיים הינם תוצר של הוראה ישירה או של אינטראקציה עם מבוגרים. ויגוצקי טוען כי היחס הפנימי שבין המושגים הספונטניים ("סובייקטיביים") למדעיים ("אובייקטיביים"), הוא המוביל להתפתחות.

בדומה לכך מדבר הרון (1982) על "מושגים פורמליים" אשר נלמדים במדע (משמעות אובייקטיבית) לעומת "מושגים טבעיים" "הלובשים צורה דרך הניסיון" (המשמעות הסובייקטיבית).

2) קלסיפיקציה של מושגים לפי מידת "המוחשיות" שבהם.

לפי סודר (1980), קורא הנדרסון (1970) למושגים "קונקרטיים" כאשר הדוגמאות שלהם הן קונקרטיות. כלומר, קיימות במציאות, וניתן להצביע עליהן. רובינסון (1954) קורא למושגים כאלה אוסטרנסטיביים (ברי הצבעה). לפי קלאוזמאיר (1980) קוראים מוסן, קונגר וקגן (1974) למושגים "קונקרטיים", כאשר התכונות שלהם הן תפיסתיות (perceptible attributes). זהו הדוגמאות של מושגים קונקרטיים יכול להעשות על ידי קלסיפיקציה תפיסתית (Hunt, 1962), ללא קריטריון אנליטי. (זיהוי כזה יכול להעשות גם על ידי חיות).

לעומת המושגים הקונקרטיים, מוצגים המושגים "האבסטרקטיים", כמושגים שדוגמאותיהם אינן ברות הצבעה ו/או התכונות שלהם אינן ברמה התפיסתית. גאנייה ובריגס (1979) משתמשים במונח מושג מוגדר כהפכו של המונח מושג קונקרטי. הם טוענים כי מושג מוגדר הוא בעצם מקרה פרטי של "חוק" (rule), וכי למידתו היא דרך הגדרתו. כלומר, למידתו היא בעצם צורה של rule learning.

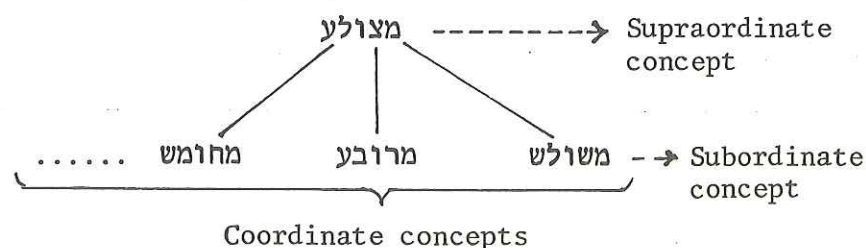
3) קלסיפיקציה של מושגים לפי מידת מורכבותם, ו/או הירארכיות של מושגים.

רבים מחלקים מושגים לפי יחסם למושגים אחרים. סקמפ (Skemp 1979), מדבר על מושגים ראשוניים (primary concepts) הנוצרים ישר מן הנסיון האישי אשר במציאות, לעומת מושגים משניים (secondary concepts), שהינם בעצם הכללה של מושגים אחרים.

רוש (Rosch et al 1976) מדברת על רמות שונות של קטגוריות (מושגים שנוצרו בחיי היום יום). "הרמה הנמוכה" (subordinate level) הרמה הבסיסית (basic level) והרמה הגבוהה (superordinates level), כאשר הטכסונומיה נקבעת לפי יחסי ההכללה וההכלה. למשל, אם ניקח את המושגים כסא-טינוק, כיסא ורהיט. אזי המושג ורהיט נמצא ברמה הגבוהה, המושג כיסא ברמה הבסיסית, והמושג כיסא-טינוק ברמה הנמוכה. המושג מהרמה הגבוהה כולל בתוכו את המושג מהרמה הבסיסית, וזה כולל בתוכו את המושג מהרמה הנמוכה. בכיוון הפוך אפשר לומר כי המושג ברמה הבסיסית הינו הכללה של המושג שברמה הנמוכה, והמושג שברמה הגבוהה כולל בתוכו את המושג שברמה הבסיסית.

באופן דומה מתאר גם קלאוזמאיר הירארכיות שבין מושגים (Klausmeier et al, 1971) והוא מדבר על subordinate concepts, supraordinate concepts ו coordinate concepts.

לדוגמא: מצולע (מושג ברמה הגבוהה) לעומת משולש (מושג ברמה הנמוכה). כאשר המושגים משולש ומרובע הם coordinate concepts אחד לשני. גם כאן מייצג המושג ברמה הגבוהה, רמת הכללה גבוהה יותר, והוא כולל בתוכו את המושג מהרמה הנמוכה. מושגים הם coordinate concepts כאשר שניהם נכללים בתוך אותו מושג מרמה גבוהה יותר, ויש להם אותה רמה של הכללה. כמו בדוגמא שהזכרנו (ראה שרטוט).



מובן כי מושג מסוים יכול להיות Subordinate concept לגבי מושג אחד ו Supraordinate concept לגבי השני. כך נוצרת הירארכיה שלמה של מושגים.

יש לשים לב כי ככל שעולה "רמת המושג", או במילים אחרות ככל שהוא "רחב" יותר כך פוחתות מספר תכונותיו הקריטיות, ולהיפך. לדוגמא: למושג משולש כל תכונות המושג מצולע ותכונות נוספות, (תכונות נוספות אלו תהיינה תכונות אי-קריטיות לגבי מושג המצולע). הירארכיות כאלה של מושגים שכיחות מאוד לגבי מבנה מושגי מדעי, ובעיקר אופיניות לתחומי המתמטיקה השונים.

(4) קלסיפיקציות של מושגים לפי המבנה הלוגי של הגדרתם (Sowder, 1980)

אם מסתכלים על מושג כמתקבל מהגדרה (חוק), הכוללת בתוכה בחירה מסוימת של תכונות ויחסים לוגיים ביניהן, אפשר לקבל קלסיפיקציה לפי היחס הלוגי שבין התכונות הכלולות בהגדרה. נביא דוגמא לקלסיפיקציה כזו:

1. Conjunctive Concepts - הם אלה שהגדרתם כוללת בתוכה את היחס

"וגם" בין התכונות הכלולות בה. למשל: ריבוע הינו מרובע

(וגם) שכל צלעותיו שוות (וגם) וכל זוויותיו שוות.

- על שלוש התכונות להתקיים יחד כדי שמצולע יהיה ריבוע.

מושגים כאלה שכיחים ביותר במדע ובמתמטיקה.

2. Disjunctive concepts - הם אלה שהגדרתם כוללת בתוכה את היחס

"או".

למשל: (i) מספר ממשי הוא מספר רציונלי "או" מספר אי-

רציונלי.

(ii) יהודי הוא ילוד זכר "או" נקבה שנולדו לאם יהודיה.

וכד'...

(היחס "או" לעיל פירושו: האחד "או" השני "או" שניהם.

יחס כזה נקרא inclusive disjunctive כדי להבדילו מהיחס

exclusive disjunctive שפירושו: האחד "או" השני, אך לא שניהם).

גם מושגים מסוג זה שכיחים במתמטיקה ובמדע.

3. negative concepts - המוגדרים על ידי שלילת תכונות, ולא על ידי קיום תכונות.

4. conditional concepts - מושגים שהגדרתם בנויה ממשפט תנאי:
אם אז

כמובן שאותו מושג אפשר להגדיר בהגדרות השונות מבחינת המבנה הלוגי שלהן.
למשל: ריבוע נוכל להגדיר גם במשפט תנאי:

- אם מצולע הוא מרובע שצלעותיו וזוויותיו שוות, אזי הוא ריבוע.
כמו כן, אפשר להגדיר מושג בהגדרה שיש בה שילוב של אלמנטים שונים.
למשל, אחת מההגדרות למצולע היא: "מצולע הוא קו שבור וסגור שאיננו חותך את עצמו".

הגדרה זו משלבת בתוכה יחס קוניוקטורי ויחס של שלילה.
בנוסף לארבעת הסוגים לעיל מבחינים גם בסוג נוסף:

5. relational concepts - (Bruner and Kenney, 1966) - מושגים שבהגדרתם מופיע יחס לוגי נוסף שאינו נכלל בארבעת המבנים הלוגיים שלעיל. יחס זה חוזר על עצמו בכל אחת מדוגמאות המושג.
למשל המושגים: "שויון", "פרופורציה" וכד'. ...

מושגים אלה נשענים, כדברי ברונר וקני, על:
"relationship between perceptible features" (p. 169)
כמובן, שאפשר למצוא גם מושגי יחס (relational concepts) שאינם נשענים רק על יחס בין אלמנטים ש"בתפיסה" (perception), אלא גם על אלמנטים מופשטים יותר. למשל: יחס של קונגורנציה במתמטיקה.

(5) קלסיפיקציה לשונית

לפי קלאוזמאיר (1971), נטבעה קלסיפיקציה כזו על ידי Carrol (1964), המחלק את המושגים, לפי המבנה הלשוני של המלה המתארת אותם:
נמצא כאן מושגים שהם:
Prepositioals, Conjunctivals, Adverbials, Adjectivals, Verbals, Nominals.
כיוון שחלוקה כזו לא נראית כשימושית לגבי תהליכי המשגה של מושגים מדעיים, לא נרחיב עליה את הדיבור.

קיימות כמובן קליסיפיקציות נוספות, אך לא נמנה אותן כאן.

II תיאוריות על תהליכי רכישת מושגים

בסעיף זה נעלה תיאוריות וחלקי תיאוריות המנסות לתאר ולהסביר תהליכים קוגניטיביים הקשורים ברכישת מושגים.

כדי להבין את מקומן וצמיחתן של תיאוריות אלו. נצא מתיאור קצר של המסגרות התיאורטיות הכוללות יותר, הקשורות בהתפתחות קוגניטיבית.

א. תיאוריות בסיסיות העוסקות בהתפתחות קוגניטיבית

קרפנטר (1980), בדומה למספר חוקרים לפניו, טוען כי התיאוריות הקלאסיות, העוסקות בהתפתחותו הקוגניטיבית של האדם, מתבססות בעיקר של שני מודלים בסיסיים. המודל האורגניזמי (The organismic model), והמודל המכניסטי (The mechanistic model). נביא תיאור השוואתי קצר של שני מודלים אלה.

המודל האורגניזמי

המודל המכניסטי

- | | |
|---|--|
| - תאוריות מליצגות: - פיאז'ה והאסכולה שלו. | - תיאוריות מליצגות - גאנייה. |
| - אנלוגיה להתפתחות הביולוגית של האורגניזם. | - הרחבה של תיאוריות ביהביוריסטיות להסבר ההתפתחות. |
| - מתאר התפתחות מערכות קוגניטיביות מורכבות. | - מתאר התפתחות הנעשית ב"חוליות" (אסוציאציות) דיסקרטיות. |
| - ההתפתחות הינה מכלול של טרנספורמציות הנעשות במערכות קוגניטיביות, בעלות מבנה אנטגרטיבי. מערכות אלה הן למעשה מכניזמים פסיכולוגיים פנימיים המשתנים באדם מלידתו. למידה היא השימוש במערכות הנ"ל במקרים חדשים. | - ההבדל בין התפתחות ולמידה הוא במשך הזמן. התפתחות היא שינוי התנהגותי הנמשך לאורך שבועות חודשים ושנים. למידה הינה שינוי התנהגותי הקורה בזמן קצר יותר. |
| - היחיד משתתף באופן אקטיבי בבניית הידע שלו. אינפורמציה חדשה אינה מתקבלת באופן פסיבי. הילד מטמיע אותה ומפרש אותה לאור המבנה הקוגניטיבי הקיים אצלו. | - הידע הינו העתק של המציאות. בתהליכי רכישת הידע היחיד מוחזק בבחינת "מגיב למציאות" ולא דוקא אקטיבי. |

המודל האורגניזמי

המודל המכניסטי

- "ניסיון" ול"סביבה" תפקידים מרכזיים
בהסבר שינויים התנהגותיים של היחיד.

- "ניסיון" (experience) הינו פונקציה
של סך הכל "נסיונות היחיד". הנסיון
והסביבה ישנו את התנהגות (ידע) היחיד,
רק בהתאמה למערכת הקוגניטיבית הפנימית
הנמצאת בו.

- המכניזמים הפנימיים מקורם בניסיון
ובסביבה.

- חלק מהמבנים הפסיכולוגיים הפנימיים
קיימים מלידה, ואחרים מתפתחים דרך
"הבשלה" (maturation), ואינטראקציה
עם מבנים קוגניטיביים קיימים, וכן עם
הסביבה.

- ההתפתחות היא ביסודה סדרה מתמשכת של
שינויים כמותיים.

- ההתפתחות נעשית דרך סדרה קבועה ואי
רברסיבילית של שלבים איכותיים,
ולכן גורמת להתפתחות באורגניזם עצמו.

- המחקר עוסק בעיקר בידע שיש לילד
בנקודת זמן מסוימת. התיאוריה
מתיחסת אמנם לידע זה כאל חוליה
בשרשרת, אך, השרשרת כולה הינה
שרשרת של "תוצרים" ולא שרשרת של
שינויים בתהליכים הפנימיים.

- המחקר בתחום זה עוסק באופרציות בהן פועל
הילד על אנפורמציה המגיעה אליו, ובדרכים
בהם הוא מעבד אותה.
במילים אחרות: המחקר מציג לילד מטלות
אשר ביצוען משמש כאמת מידה לתהליכים
הפסיכולוגיים הבסיסיים שבמערכת הקוגניטיבית
הכללית שלו, ומשמש לכן אינדיקציה לדרך שבה
הילד יעבד אינפורמציה.

- מחקר קלסי באסכולה זו הינו
אקספרימנטלי בעיקרו ומתמקד בהשפעות
ספציפיות של "טיפוליים" (training)
ספציפיים.

- המחקר הקלסי באסכולה זו היה בעיקרו מחקר
הסתכלותי קורלטיבי, ופחות אקספרימנטלי.
לאחרונה יש מחקרים אקספרימנטליים, אך,
הסבר התוצאות נשען על התהליכים
הפסיכולוגיים של המערכת הקוגניטיבית
הכללית.

כל אחד משני המודלים שלעיל, מגדיר בעצם במידה מסוימת את תחום בעיות המחקר שלו. לכן, הבחירה באחד מהם לעריכת מחקר כרוכה במידה מסוימת בשיפוט ערכי.

בנוסף לכך, במקרים רבים ומסיבות שונות, אי אפשר להסביר את ההתנהגות הנחקרת, או השינוי ההתנהגותי הנחקר, על-ידי אחת מהתאוריות ההוליסטיות שלעיל, (Carpenter 1980, Vergnaud 1983). אין פלא איפוא שנתפתחו ומתפתחים כיוונים נוספים, תיאוריות וחלקי תאוריות הקשורים גם הם בהתפתחות קוגניטיבית. להלן נזכיר אחדים מהם הקשורים לרכישת מושגים. להלן נזכיר אחדים מהם הקשורים לרכישת מושגים.

ב. המודל Conceptual Learning and Development - CLD

(Klausmeier 1971, Klausmeier et al 1974)

מודל זה נוצר על ידי קלאוזמאיר ב 1971 והורחב על ידי קלאוזמאיר, גהטלה ופרייר ב 1974, והוא המודל התיאורטי הרחב ביותר העוסק ברכישת מושגים. לפי המודל הזה ההתפתחות הנורמלית של יחידים מלידתם ועד לבגרותם (maturity) רצופה ברכישת מושגים, הנעשית לפי סדרה קבועה, של ארבע רמות עוקבות ההולכות ועולות: - הקונקרטית, הזהותית (identity), המיונית (classificatory) והפורמלית".

תהליך בניתו של המודל נעשתה על ידי קלאוזמאיר וחבריו באופן הבא:

הוגדרו מטלות הקשורות ברכישת מושגים. נעשתה אנליזה התנהגותית של מטלות אלה (task analysis), בעזרת ניסויים. לאחר מכן נעשו ניסויים על נבדקים בגילים שונים, מהגיל הרך ועד לבגרות, כדי לבדוק את המידה ואופן הביצוע של המטלות לפי האנליזה שלעיל. כך הוגדר המודל בן 4 הרמות. שורה נוספת של ניסויים בחנה את מהימנות המודל ואשרה אותו.

המודל מתאר מצד אחד את "רמת הביצוע" של הנבדק לפי כל אחת מהרמות, ומצד שני את ה"אופרציות" (mental operations) הדרושות לביצוע זה. האופרציות הן איפוא מבנים או תהליכים פסיכולוגיים פנימיים, הקיימים באדם. הם הולכים ומתפתחים, והם בעצם מהווים את היכולת לרכוש מושגים ברמות שונות.

תאור הרמות:

הרמה הקונקרטית: -

"רמת הביצוע" - הילד מבחין בעצם שהוא דוגמא מסוימת של מושג, בתוך סביבה של עצמים אחרים, כאשר פגש בעצם זה בעבר באותה סביבה.

האופראציות הדרושות: -

- שימת לב לתכונות התפיסתיות של עצם מסוים.
 - הבדלת העצם מעצמים אחרים בסביבתו.
 - זכירת העצם המובחן (הפנמת הייצוג שלו - יצירת דמוי, אחסנת הדימוי, החזרת ("שליפת") הדימוי ברמה הקונקרטית).
- דוגמא: ילד נכנס לחדר שהינו מכיר, מצביע על כסא שהינו מכיר בתוך החדר, ואומר "כסא".

רמת הזהות (Identity level) -

"רמת הביצוע" - כוללת את כל מה שנאמר לגבי הרמה הקודמת. אך בנוסף לכך הוא מסוגל להבחין בעצם גם כאשר הוצא ממסגרתו הקודמת מבחינת המרחב ו/או הזמן.

האופראציות הדרושות: - כוללות את כל אלה של הרמה הקודמת, ובנוסף לכך גם:

- ההכללה שהעצם שהוצא ממסגרתו הקודמת הוא אותו עצם.
 - זכירת ההכללה (יצירת ייצוג פנימי (דימוי), אחסנה, שליפת הדימוי ברמת הזהות).
- דוגמא: - הכסא הנ"ל הוצא מהחדר והושם במקום שונה לחלוטין. הילד שמובא למקום זה מזהה את העצם שוב כ"כסא".

רמת המיון - (classificatory level)

"רמת הביצוע" - כוללת את כל מה שנאמר לעיל לגבי שתי הרמות הקודמות. בנוסף לכך הילד מסוגל להבחין בין דוגמאות לאי-דוגמאות (nonexamples). בשלב הנמוך של ביצוע ברמה זו, הילד מבחין בלפחות תכונה אחת משותפת, הנמצאת בלפחות שתי דוגמאות של אותו מושג. הוא עושה את הקלסיפיקציה שלו על סמך תכונות תפקודיות עצמיות של העצמים שבנסיונו, אך אינו יכול לקבוע (לתאר, להסביר) את בסיס הקלסיפיקציה. בשלב הגבוה של ביצוע שברמה זו הילד מסוגל לעשות הבחנה בין דוגמאות לאי-דוגמאות רבות, אך עדיין אינו יכול להשתמש ב"תכונות המגדירות" (defining attributes) של המושג כבסיס לקלסיפיקציה. הוא מבחין בחלק מתכונות המושג ועושה הכללה לדוגמאות המושג, אך ההכללה אינה שלמה עדיין.

האופראציות הדרושות: - כוללות את כל אלה של הרמות הקודמות ובנוסף לכך גם:

- ההכללה ששתי דוגמאות (או יותר) הן אקוילנטיביות (שייכות לאותה מחלקה).
- זכירת ההכללה (ייצירת ייצוג פנימי (דימוי), אחסנה, ו"שליפת" הייצוג הפנימי ברמת הקלסיפיקציה).

דוגמא לשלב הנמוך: לשעון על הקיר ולשעון המעורר שליד המיטה, יש מחוגים זזים, והם שניהם לכן "שעון".

הרמה הפורמלית: -

"רמת הביצוע" - האדם רכש לו את המושג. כלומר, הוא מסוגל לעשות קלסיפיקציה שלמה לגמרי ונכונה בין דוגמאות לאי-דוגמאות, (גם כאשר האי-דוגמאות הינן "קרובות" ביותר לדוגמאות). הקלסיפיקציה נעשית על בסיס התכונות הקריטיות המגדירות את המושג. בנוסף לכך הוא יכול לתת את ההגדרה המקובלת של המושג ולהסביר במה שונות דוגמאות המושג מהאי-דוגמאות שלו.

- האופראציות הדרושות: - את האופרציות ברמה זו מחלק קלאוזמאיר (1980) לאנדוקטיביות וקבלתיות (reception). נסביר את שני הסוגים:
- התהליך של רכישת המושג ברמה זו הוא דרך אופראציות אנדוקטיביות כאשר האדם:
- בונה מדוגמאות המושג היפותיזות על התכונות המגדירות של המושג ו/או החוקים המקשרים בין הדוגמאות.
 - זוכר את ההיפותיזות.
 - מעריך את נכונות ההיפותיזות בעזרת השימוש בדוגמאות ואי-דוגמאות.
 - מסיק (inferring) את הגדרת המושג אם רכש את המושג ברמת המיון.
 - מסיק את "המושג" אם לא רכש את המושג ברמת המיון.
 - מבחין בין דוגמאות ואי-דוגמאות של מושג על הבסיס של הנוכחות או ההעדרות של התכונות המגדירות.
- התהליך של רכישת המושג ברמה הפורמלית הוא דרך אופראציות קבלתיות כאשר האדם:
- מטמיע אנפורמציה המוצגת לו הכוללת את שם המושג, הגדרת המושג, תאור ורבלי ויילצוג פיקטוריאלי של דוגמאות ואי-דוגמאות של המושג.
 - זוכר את האנפורמציה.
 - מבחין בין דוגמאות ואי-דוגמאות של המושג על בסיס הנוכחות או ההעדרות של התכונות המגדירות.
- אם נתייחס להוראה הרי שההנחה בדבר היכולת של הלומד לאופראציות אנדוקטיביות הינה בסיס ללמידת מושג בדרך הגילוי האנדוקטיבי, בעוד שההנחה בדבר היכולת של הלומד לאופרציות קבלתיות מהווה בסיס להוראה "הקלסית":
- המורה מעביר אנפורמציה ברמה פורמלית, ומניח כי תלמידיו מטמיעים אותה; מפנימים אותה, ויהיו מסוגלים ל"שלוף" אותה בסיטואציות מסוימות, - כלומר רוכשים את המושג ברמה זו, - הנחה זו היא בחלק גדול מהמקרים מוטעה.
- למרות שמודל זה מתאר 4 רמות ברכישת אותו מושג יש מושגים שאי אפשר להתייחס אליהם בכל ארבעת הרמות. למשל, מושגים שיש להם רק דוגמא אחת (הירח) אפשר לרכוש רק בדרגה של שתי הרמות הראשונות. יש מושגים שהמאפיינים שלהם אינם "תפיסתיים" (perceptible), או שאי אפשר לראות (לשמוע, להריח, לחוש) את

דוגמאותיהם ואז כמובן אפשר לרוכשם רק ברמה השלישית והרביעית, אך האפשרות לרכשם ברמות הגבוהות אפשרית אם רק יש לאדם כבר האופראציות של הרמות הנמוכות יותר.

הרעיון הזה של רמות עוקבות ברכישת אותו מושג, משמעותו הבנה עמוקה יותר של המושג, וכן שימוש במושג להסבר סיטואציות חדשות, להבנת תהליכים ויחסים הירארכיים בין מושגים, וכן לפתרון בעיות.

רכישת אותו מושג ברמה גבוהה יותר שונה באופן איכותי מרכישתו ברמה הקודמת, כי נחוצות אופראציות נוספות בוגרות (mature) יותר. כמו כן רכישת מושג ברמה גבוהה יותר, שונה גם באופן כמותי מרכישתו ברמה הקודמת, כי יש להשתמש בכל האופראציות של הרמה הקודמת, ונוסף לכך באופראציות נוספות.

קלאוזמאיר טוען כי מושגים הם אבני-הבנין של הלמידה וההתפתחות הקוגניטיבית, כיוון שהם מאפשרים הבנה והתייחסות לתופעות, ובעיקר כיוון שהם מאפשרים טרנספר אנכי ואופקי. הטרנספר האנכי הוא העליה מרמה לרמה. כי כפי שאמרנו רק רכישת מושגים ברמה מסוימת מאפשרת את רכישתם ברמה הבאה. הטרנספר האופקי הינו השימוש באנפורמציה שנרכשה (המושג שנלמד) בארבעה כיוונים:

- למידת מושגים נוספים בהירארכיה שהמושג הינו חלק ממנה, (ההנחה היא שכל מושג נתון בתוך מבנה שלם והירארכי של מושגים).

- הבנת היחסים בין המושגים האחרים בהירארכיה.

- הבנת עקרונות (principles) שהמושג הינו חלק מהם, (עקרון לפי קלאוזמאיר הוא משפט המבטא יחס כלשהו בין שני מושגים לפחות).

- פתירת בעיות בהן יש להשתמש במושג.

בבחינת מודל זה לאור המודלים ההוליסטיים של התפתחות קוגניטיבית;

- האורגניזמי והמכניסטי, נראה כי מודל זה קרוב יותר במהותו לאסכולה האורגניזמית. וזאת למרות שדרך בנייתו נשענה על ניסויים אקספרימנטליים הבודקים ביצוען של מטלות הקשורות ברכישת מושגים.

הקירבה למודל האורגניזמי מתבטאה בכך שהניסויים נעשו במטרה של מציאת מבנה אחיד, האחראי לביצוע המטלות. האחידות הינה גם לגבי רמות הביצוע, וגם לגבי התהליכים הפנימיים, קוגניטיביים (אופראציות) הקובעות אותן.

השובי בין המודל האורגניזמי הקלסי לזה של קלאוזמאיר לפי דברי קלאוזמאיר עצמו (1980), נעוץ בראית הסיבות למעבר מרמה, לרמה גבוהה יותר, ברכישת אותו מושג. לפי דעת קלאוזמאיר המעבר הינו יותר "תוצר של למידה ונסיון" ופחות תוצר של בגרות (maturation). מעבר זה לדעתו אינו ניתן להסברה על-ידי הצמיחה ואנטגרציה מחדש של מבנים פסיכולוגיים חדשים, כמו שמציע פיאז'ה.

נקשור עתה את המודל של קלאוזמאיר לאלמנטים האוביקטיבי והסוביקטיבי של המושג שתארנו בתחילת פרק זה: - "המושג" במשמעותו האוביקטיבית הינו המטרה - או לפי קלאוזמאיר המושג הוא כל מה שאנו מתכוונים ברכישת המושג, ברמה הפורמלית.

אך, רכישתו של "המושג" האוביקטיבי אינה אפשרית אלא בבנית "דמוי מושג" (האלמנט הסוביקטיבי), שנבנה לאט לאט דרך שלוש רמות עוקבות (הקונקרטית, הזהותית והמיוננית).

כלומר, המודל של ה-CLD מתאר את התפתחות המושג אצל היחיד - "דימוי המושג", דרך רמות, עד שיש לו ליחיד המושג השלם (המושג האוביקטיבי או המושג הפורמלי).

ג. תיאוריות הקשורות בתפיסה

כאשר עוסקים ברכישת מושגים, ובעיקר רכישת מושגים "בסיסיים" או מושגים שדוגמאותיהם ו/או תכונותיהם המגדירות נתפסות בחושים, קשה שלא להזכיר תיאוריות המנסות לתאר את התפיסה (perception) ותהליכיה.

מחקר רב, נעשה כדי ללמוד מהי התפיסה ומהם תפקידיה בהתפתחות הקוגניטיבית של האדם, ונוסחו מספר תיאוריות. נזכיר רק אחדות מהן ונתאר חלקים שלהן.

בתיאוריה של קלאוזמאיר שתארנו, האופראציות הנכללות ברמה הראשונה והשניה, ואולי אף בשלישית, קשורות קשר חזק לתהליכים תפיסתיים. אך קלאוזמאיר לא בנה תיאוריה להסבר פעולות תפיסיות, אלא "השתמש" בפעולות אלה כאבני בנין לתאור התיאוריה שלו. נפנה איפוא לתיאוריות אחרות, שמטרתן היא חקירת התפיסה. התיאוריה העיקרית שתתואר היא זו של Bryant (1974). בריאנט שוזר בתיאוריה שלו תרומות של תיאוריות וחלקי תאוריות של חוקרים שקדמו לו, יתוארו לכן גם תיאוריות אלו בהדגשת קווים הקושרים אותן ומראים את צמיחת התיאוריה האחת מן השניה. התיאור שלהלן יביא איפוא התפתחות וקשרים, שבין תיאוריות תפיסיות מקובלות, במאה האחרונה.

- נתחיל בהלמהולץ שפעל וכתב משנות ה 60 ועד שנות ה 90 של המאה הקודמת.
הוא טען כי ה"תפיסה" של האדם תלויה בשני מרכיבים.

(1) ביכולתו לעשות הקשות (inferences) מהירות ואוטמטיות.

(2) בנסיון שבעברו של האדם.

דוגמא: יכולתנו לראות ב 3 ממדים הינה תוצאה של יכולתנו לקשור רמזים
דו-ממדיים מסוימים עם מימד העומק (המימד השלישי). קשר זה נעשה בצורה
של הקשות: - בקבלנו את הרמז אנחנו מקישים מידית כי משמעותו עומק.
וכד'...

ההקשות הנ"ל, לפי הלמהולץ, הן מכניזמים לוגיים הפועלים בתת מודע, ויש
להן יותר כוח מאשר להקשות שבמודע. הקשות אלה הן אנדוקטיביות, ובסיסן
בניסיון שבעברו של האדם, ובהנחה כי יחסים שהתקיימו בעבר, ימשיכו להתקיים
בהווה. הנחה זו נותנת לנו את האפשרות להסיק לגבי ההווה, על סמך רמזים
שבנינו בעבר.

לעובדה שביכולתנו לעשות הקשות לוגיות בתהליך התפיסה, יש ערך רב, כיוון
שהיא מניחה קיום של קשר בין הדרך שבה מתארגנת התפיסה, לדרך בה אנו
מארגנים את הבנתנו את העולם. לדוגמא: אנו עוברים דרך אותו התהליך בשפטנו
בתת-מודע את מרחקנו מעצם מסוים, ובפותרנו בעיות לוגיות. נוכל לפיכך ללמוד
מהתנהגויות תפיסתיות על התנהגויות לוגיות ולהיפך.

בגלל הנחתו של הלמהולץ כי הבסיס למכניזמים הלוגיים שבתפיסה, הינו נסיון
העבר, נטו לראות בו אמפריצסט, צטטו אותו בדיונים בשאלה האם יכולות
תפיסתיות הן מולדות או נרכשות, ושכחו לו את המרכיב הראשון שבתיאוריה
שלו. כלומר, שכחו את הנחתו בדבר ההקשות הלוגיות ו/או לא ראו את הערך
הרב שבהנחה כמו זו.

* * *

- ממשיך קו זה של קיום הקשות לוגיות בתהליכים תפיסתיים, הוא כמוכן פיאז'ה.
פיאז'ה שהעניין העיקרי שלו היה היכולות הלוגיות של הילד, דיבר על הסקות
דדוקטיביות, (בניגוד להסקות האנדיקטיביות) של הלמהולץ. הוא טען כי
הסקה כזו, שאינה נשענת על נסיון העבר, היא אפקטיבית בשיפוטית תפיסתיים,
אך ילדים צעירים, (מתחת לגיל 8 בערך), לא יכולים להשתמש בה, כי אין הם
מסוגלים להסקות דדוקטיביות.

תרומה נוספת של פיאז'ה, היא הכנסת האלמנט של השימוש במסגרות - ייחוס חיצוניות. הוא טען כי בהסקה דדוקטיבית האדם עושה שימוש במסגרות-ייחוס חיצוניות. (למשל התייחסות לפני השולחן, כאשר יש לצפות מראש את כיוון פני הנוזל בכלים שונים, הנמצאים על השולחן, ומוטים בזוויות שונות).

- על האדם להבין ולרכוש את העקרון הלוגי, לפני שיוכל להשתמש במסגרות ייחוס חיצוניות, בשיפוטיות פרספטואליים. כלומר התהליכים הפרספטואליים הינם פחות כלליים מהתהליכים הסנסו-מוטוריים, הקונקרטיים וכד' האחראים להם.

ערכה הרבה של התיאוריה של פיאז'ה, לפי דעתו של בריאנט היא:

- (א) היותה הסבר חליפי להסבר של הלמהולץ, על הדרך שבה מכניזמים לוגיים פועלים בתפיסה.
- (ב) ההסקה הדדוקטיבית, בניגוד לאנדוקטיבית של הלמהולץ, הינה ניטרלית מבחינת השאלה של "התנהגות מולדת או נרכשת", ולכן תשומת הלב של החוקרים מתפנה מהעיסוק בשאלה זו, לעיסוק בסיסי יותר בתהליכים היסודיים הקובעים את ההתנהגות.
- (ג) הכנסת הרעיון של השימוש במסגרות ייחוס חיצוניות.
- (ד) הרעיון כי המכניזמים הלוגיים המשפיעים על התפיסה הם התפתחותיים, בניגוד להלמהולץ שהניח כי הילדים עושים את ההסקות הלא מודעות שלהם באותה דרך כמו מבוגרים.

* * *

- תרומה נוספת לתיאוריות תפיסתיות יש לתיאוריות מאסכולת הגשטלט. תיאוריות אלה עסקו בשאלה של הדרך בה הילד מקבל אינפורמציה של רצפים תפיסתיים, (כמו למשל, מידה, כיוון, מידת הבהירות וכד'...), מסביבתו.

עיקרה של השאלה הוא, האם הערכים הנתפסים אצל הילד (הקודים) לגבי סביבתו, הם אבסולוטיים או יחסיים?
לדוגמא:

האם זוכרים כי העצם A הוא באורך 1.5 מ' והערך B הוא באורך 3 מ' (קודים אבסולוטיים), או העצם B ארוך יותר מ A (קודים יחסיים), או העצם B ארוך פי שניים מ A (קוד יחסי, שיש בו גם פרט אבסולוטי).

הפסיכולוגים של הגשטלט, טענו על סמך ניסויים כי היחידות הראשונות של התפיסה הן יחסיות. וורטהיימר, למשל, טען כי בני אדם פרימיטיביים אינם משווים בין קבוצות על סמך התאמה תח"ע, אלא על סמך המבנה הפנימי של הקבוצה. לכן הדגיש את החשיבות של יחסים ומבנה בתוך הרצף.

החסרון של תפיסה יחסית בלעדית, הוא הצורך לראות (לשמוע, לחוש, להריח וכד'...) מספר עצמים (קבוצות), בתוך רצף מסוים כדי להשוות ביניהם. כלומר, השפיטה התפיסתית חייבת להיות בו זמנית ו/או תוך שימוש רב בהסקות לוגיות, כמו למשל השימוש בטרנסטיביביות. ידע של קודים אבסולוטיים עשוי לחסוך את השימוש בהסקות לוגיות (למשל הידיעה כי פני הנוזל בבקבוק הם תמיד אופקיים).

* * *

התיאוריה של בריאנט

המאפיינים המרכזיים של התיאוריה:

(1) בנויה על עדויות אכספרימנטליות.

(2) עוסקת בילדים בגילים 3-8.

לוקחת בחשבון 4 שאלות מרכזיות:

(א) השאלה של קודים אבסולוטיים ויחסיים בתפיסה.

קל יותר לתפוס קודים יחסיים, אך יש בעיות בהן צריכים לזכור קודים אבסולוטיים לאורך רצף כלשהו.

ההבדל ההתפתחותי העיקרי בין מבוגרים לילדים הוא שלמבוגרים יש קודים אבסולוטיים מסויימים, שאינם לילדים. נסיונות הראו שגם למבוגרים קשה להבחין בעצם מסוים ולהבדילו מהאחרים, רק על סמך תכונות אבסולוטיות, כך שהקושי הוא כללי אך מבחינה כמותית רב יותר אצל ילדים.

התיאוריה אומרת כי לילדים צעירים בעיות בהבנה של החוקים השולטים בסביבה שלהם, וזאת כיוון שאין הם יכולים לזכור תכונות אבסולוטיות של העצמים מסביבם. כשהם גדולים הם מפתחים אסטרטגיות שעוזרות להם בזה, ההתפתחות "האבסולוטית" היא לעולם אינה מושלמת, ו"גבולה" משתנה בהתאם לרצף התפיסתי (מידה או כיוון וכד'...). התיאוריה עוסקת בשינוי ההתפתחותי הנ"ל, אך גם בהתנהגות האופינית של הילד הצעיר לפני שקורה השינוי, כאשר הילד תלוי עדיין מאוד בקודים הרלטיביים. התיאוריה עוסקת בקשיים שיש לו אז, וכיצד הוא מנסה לעקוף אותם לפני שהוא מפתח את הקודים האבסולוטיים הנחוצים.

(ב) המגבלות של הקודים היחסיים.

כפי שכבר אמרנו, חסרון הקודים הרלטיביים הוא שהינם מוגבלים להשוואה ישירה בין עצמים המוצגים סימולטנית.

דרך אחת להתמודד עם חסרון זה היא, כפי שכבר ראינו, פיתוח קודים אבסולוטיים. פיתוח כזה אורך זמן לגבי רצפים מסוימים, ולגבי אחרים אינו אפשרי כלל.

דרך שניה היא לקבל קודים יחסיים, לא רק בין העצמים ברצף מסוים אלא בין העצמים והמסגרות בהן הם נתונים, ולקשור בנפרד את העצמים ברצף דרך היחסים המשותפים שלהם עם אותה מסגרת. זה כמובן פתרון רלטיבי ולא אבסולוטי.

(ג) החשיבות של מסגרות ייחוס חיצוניות בהתפתחות הפרספטואלית.

- עצמים לעולם אינם מיוצגים באיזולציה מושלמת. בדרך כלל אפשר ליחסם לחלקים של רצף מסוים וכך לזכרם.

למשל: הילד זוכר ספר מונח על השולחן כך שקצהו מקביל לקצה השולחן, ומידתו אף היא נזכרת יחסית למידת השולחן. יחסים אלו יזכרו למרות שאין שום ידע על המידות האבסולוטיות של השולחן. והספר (מתאים לרמה הראשונה של קלאוזמאיר).

"אפקט המסגרת" הוא חשוב מאוד ולא רק אצל ילדים, (Witkin 1977 - קרא לאפקט זה תלות שדה). אצל ילדים אפקט זה חזק יותר ומהווה לפעמים מקור יחיד לשפיטה תפיסתית.

(ד) הקשות דדוקטיביות בהתפתחות תפיסתית.

הקשות אלו והשימוש במסגרות ייחוס חיצוניות, משמשים כחוליות מקשרות בין נסיונות עוקבים (Successive experiences) כלומר, מקשרות את נסיון העבר עם נסיון ההווה.

- ראייה זו מייחסת ערך פוזיטיבי למסגרות ייחוס, במקום הערך הנגטיבי שיש להן בתיאוריה של התלות בשדה.

יתרונה של תיאוריה זו היא באפשרות ליחסה לרצפים תפיסתיים, כמו גם לרצפים מופשטים יותר כמו מושג המספר. בריאנט בספרו עושה זאת ומסביר את התנהגויות הילד לגבי מושגים תפיסתיים טהורים ומושגים מופשטים יותר, בעזרת התיאוריה, שאת הבסיס הכללי שלה תיארו זה עתה.

ד. הערות מסכמות:

א. קיימות תיאוריות נוספות רבות העוסקות בהסבר תהליכי רכישת המושגים. חלקים מהן הזכרנו בפרק, הקודם כשדברנו על השאלה "מהו מושג" ומהם מאפייניו. ארבעה עקרונות נוספים אשר כל אחד מהם יכול לשמש כבסיס

לתיאוריה מובאים בספר: The Psychology of Thinking
(Bourne et al, 1971)

לא נפרט עקרונות אלה כאן. נזכיר רק אחד מהם, המשמש כבר יותר מ 20 שנה בסיס לאסכולה פסיכולוגית שלמה. עקרון זה, הוא העקרון של "עיבוד אנפורמציה" (information processing), והוא משמש כבסיס לתיאוריות העושות אנלוגיות בין ההתנהגות האנושית להתנהגות מכונת החישוב האלקטרונית.

הרעיון הכללי הוא כי שתיהן מכילות מערכת המקבלת אינפורמציה חיצונית, (גרוי או input), פועלת עליה בדרכים שונות (תגובה, או עיבוד אנפורמציה), ונותנת תשובה (התנהגות או output). התיאוריה מתענינת בעיקר בפונקציות של עיבוד האנפורמציה, בהשתנותן ולומדת עליהן מתוך האנלוגיה הנ"ל.

ב) השאלה על הבדלים אינדיבידואליים (individual differences).

רוב התיאוריות הקוגניטיביות, בעיקר אלה הקרובות יותר למודל האורגניזמי, רואות את ההתפתחות הקוגניטיבית כרצף כלשהו, (שלא לפי כל תיאוריה הוא רציף), שיש לו מגמת התפתחות קבועה. הפרטים השונים נמצאים במקומות שונים על הרצף. ההמצאות על הרצף מכילה בתוכה אפשרות גם לטרנספר אנכי וגם לטרנספר אופקי. טרנספר אנכי; - או התקדמות בכיוון ההתקדמות הכללי של הרצף. למשל, המעבר מהרמה המיונית לפורמלית בהבנת אותו מושג, לפי המודל של קלאוזמאיר. טרנספר אופקי; - מעבר "מתוכן" ל"תוכן" בתוך הרצף, או במלים אחרות, מעבר בין רצפים מקבילים. למשל, המעבר משימור כמיות לשימור אחר כלשהו לפי פיאז'ה.

ההבדל העיקרי בין התיאוריות הוא בהנחה בדבר הגורמים להתפתחות; כלומר, הגורמים להתחוללות הטרנספר האנכי והאופקי: (- בשלות אצל פיאז'ה, נסיון ולמידה אצל קלאוזמאיר).

הבדל נוסף הינו אולי בהתייחסות לפוטנציאל שיש ליחיד. - ישנן תיאוריות המניחות כי אפשר ליצור לכל יחיד, בכל מצב בו הוא נמצא, תנאים מסוימים שיקדמו אותו אנכית או אופקית ברצף. תיאוריות

אחרות, למרות היותן התפתחותיות, אינן מניחות כך, או לפחות אינן מצהירות על כך.

כל התיאוריות ההתפתחותיות טוענות כי התפתחות היחיד אפשרית רק אם הינה מותאמת למקום בו הוא נמצא ברצף. לטענה זו משקל חשוב בהתערבות מכוונת בתהליכים התפתחותיים, דהיינו, בהוראה ולמידה מתוכננות.

III. יישום תיאוריות של רכישת מושגים לתכנון הוראה

למידה הבאה כתוצאה מהוראה מתוכננת, הינה אחת הדרכים העיקריות לרכישת מושגים. לתיאוריות העוסקות בהתפתחות קוגניטיבית בכלל, ורכישת מושגים בפרט, יש איפוא תפקיד רב בתכנון הוראת מושגים.

מימד חשוב של התיאוריה הבאה להסביר התנהגויות, הקשורות ברכישת ידע ובפיתוח כשרים קוגניטיביים, היא היותה ישימה להוראה, ובעלת השפעה על הלמידה בכיתה.

קרפנטר (1980) מונה את השימושים הפוטנציאליים של התיאוריות הקוגניטיביות והמחקר הקוגניטיבי בכלל על תכנון ההוראה, ומתרכז ב 3 שאלות:

(א) מה צריך ללמד בתוך נושא מסוים?

(ב) מתי ללמד?

(ג) איך ללמד?

(א) כאן צריך ללמוד היטב על הדרכים בהם מושגים מתפתחים, בעיקר ההתפתחות שאינה קשורה בהוראה.

קביעת המושגים הנלמדים וסדרם צריכה להתאים להתפתחות זו. בעיקר אין ליצור תכנית שהיא בניגוד להתפתחות הטבעית. דרך עבודה אלטרנטיבית מוצלחת היא להתרכז בשגיאות התלמידים, במושגים המוטעים שלהם, ובמושגים המוקדמים שלהם (preconceptions), ומזה לצאת ללימוד המושגים.

(ב) מתי ללמד? - כאן יש להתחשב בהבדלים האנדיבידואלים שבין הלומדים. לשם כך יש לעשות ניתוח מדויק של מקומו של הלומד ברמות ההתפתחות הקוגניטיבית, וכן ניתוח קוגניטיבי של חומר הלימודים. על יסוד ניתוחים אלה אפשר לקבוע את הסדרה האנדיבידואלית של מיומנויות, ידע נדרש, וכו'...

(ג) איך ללמד? כלומר בחירת הטכניקות והאסטרטגיות להוראת כל נושא. כאן יש לקחת בחשבון את יכולתו של כל יחיד לעבד את האנפורמציה הניתנת לו, וזאת על ידי למידת המנגנונים הפסיכולוגיים (מבנים, אופרציות לוגיות וכד'...) אותם הוא מסוגל להפעיל. (- ביצוע (ב) ו (ג) הוא כמובן קשה ביותר והדבר נעשה בדרך כלל על אוכלוסיה ולא על כל יחיד).

המודל המכניסטי, המניח כי התהליכים של עיבוד האינפורמציה פועלים באותו אופן, פחות או יותר, לאורך ההתפתחות הקוגניטיבית, מדגיש

בעיקר את הנקודות (א ו ב). לפי גאנייה ידיעת הירארכית הלמידה שבין קבוצת מיומנויות כלשהי, של עולם תוכן מסוים, היא המספקת את האינפורמציה הבסיסית, לתכנון הוראת תוכן זה.

המודל האורגניזמי, המניח שרמת ההתפתחות הקוגניטיבית שמה מגבלות מסוימות על יכולתו של הילד ללמוד, מדגישה בעיקר את נקודה ג'. האסכולה של פיאז'ה מדגישה כיתה פתוחה, איסטרטגיות גילוי ולמידה פעילה.

להלן נתאר באופן יותר ספציפי יישומים של שתי תיאוריות נוספות להוראת מושגים.

(א) יישום המודל CLD לתכנון הוראה

כמו כל תורתו של קלאוזמאיר, שבסיסה (Klausmeier 1980) מחקר, כך גם היישום של תורתו להוראה ולמידה פותח ונוסח במסגרת של ניסויים סיסטמטיים. הניסויים נעשו בתוך המסגרת של הוראת הפרויקט SAPA, והמטרה העיקרית היתה לימוד מושגי - תהליך (process-concept), כמו: הסקה, תצפית, וכו'...

נביא כאן את עיקרי הדברים הנוגעים להוראת מושגים בכלל.

ה CLD כאמור עוסק בטבעם של המושגים, באירגונם בהירארכיות וטכסונומיות למבנים של ידע, ובעיקר בטרנספר האנכי (המעבר מרמה לרמה גבוהה יותר ברכישת אותו מושג), ובטרנספר האופקי. הטרנספר האופקי משמעותו הטרנספר מהבנת מושג ברמה מסוימת, ליכולת פתירת בעיות מתאימות הקשורות באותו מושג, ליכולת להבין יחסים טכסונומיים והירארכיים, הקשורים באותו מושג, וכך להבנה של עקרונות שהמושג הוא חלק בהם.

לפי ה CLD הבנת ורכישת מושג, לפי שתי הרמות הראשונות, הרמה הקונקרטית והזהותית, מאפשרות פתירת בעיות פשוטות הקשורות במושג, ואילו הבנת מושג ברמה המיונית והפורמלית, מאפשרת הבנה של יחסים טכסונומיים והירארכיים בין מושגים, הבנה של עקרונות הקשורים במושגים, ושימוש במושגים ובעקרונות לפתירת בעיות.

קלאוזמאיר מתאר את השלבים של השימוש במודל זה בהוראת מושגים כשהמטרה רכישתם ברמה הפורמלית, ורכישת גוף הידע בו הם כלולים, כדלקמן:

1. יש לעשות ניתוח התוכן של החומר המתוכנן ללמידה: כלומר, יש לבנות ולתאר את הטכסונומיה, הירארכיה אחרת, או התיאוריה אשר המושגים שהם מטרת הלימוד, מהווים חלק ממנה. - בשלב זה יש הרבה השפעה לתיאוריה של גאנייה. אך בעוד שגאנייה מניח בעיקר תלות לינארית בין חלקים שונים של ההירארכיה, הקיימת לגבי רכישת גוף-יידע מסוים, מניח קלאוזמאיר כי קיימים גם יחסים מקבילים בין חלקים בתוך גוף הידע.

2. יש להגדיר כל מושג בתוכן המתוכנן ללמידה. במונחים של תכונותיו המגדירות. כלומר, לנסח הגדרה ורבלית שלו.

3. הגדרת התכונות הקריטיות והלא קריטיות של מושג - (concept analysis) התכונות הקריטיות ובעיקר התכונות הלא קריטיות, כלומר אלו המשתנות מדוגמא לדוגמא של אותו מושג, משפיעות על תהליכי רכישת המושג.

4. הגדרת דוגמאות ואי דוגמאות של המושג. - השימוש ב-rational set מתאימה, (rational set - קבוצת דוגמאות ואי דוגמאות של מושג), מפחית את השגיאות הנובעות מ"תת-הכללה" (under-generalization), מ"עודף הכללה" (over-generalization) וכן ממושגים מוטעים.

under-generalization - הינה התופעה שבה אין כוללים דוגמאות של מושג כדוגמאות. זה קורה כאשר בתהליך ההוראה מציגים רק סדרה לא שלמה של דוגמאות המושג, אשר בה הדוגמאות הן מאוד הומוגניות. כלומר, אינן נבדלות בתכונות הלא קריטיות שלהן.

למשל, כאשר בספר הלימוד וכן גם בכיתה, אחרי הגדרת המושג מרובע, נותנים המורה והספר סדרת דוגמאות, המורכבת רק מריבועים ומלבנים, יש לצפות שדימוי המושג מרובע אצל התלמידים יכלול גם הוא רק ריבועים ומלבנים.

over-generalization - קורה כאשר אי-דוגמאות של המושג נחשבות אף הן לדוגמאות המושג. כלומר דימוי המושג אצל התלמידים, כולל גם אלמנטים שאינם נכונים.

תופעה זו היא בד"כ תוצאה של חוסר בסדרה לוגית ומגוונת של אי-דוגמאות. (למשל סדרה של אי דוגמאות שבכל אחת מהן חסרה רק תכונה קריטית אחת של המושג וכד'...).

מושגים מוטעים מתקבלים כאשר נעשים שני סוגי השגיאה. כלומר, דימוי המושג אינו שלם (תת הכללה), ומכיל אלמנטים שאינם נכונים (עודף הכללה).

- כאשר מלמדים קבוצת מושגים המהווה טכסונומיה, או הירארכיה, קורה הרבה פעמים כי דוגמאות של מושג אחד הן אי-דוגמאות של מושג אחר, (דבר זה אינו נכון תמיד למתמטיקה, בה מבנה מתמטי בנוי ממושגים הכוללים בתוכם מושגים אחרים. למשל: המושג של מספר רציונלי כולל בתוכו את המושג של המספר השלם וכד'...). השימוש בדוגמאות של מושגים בהירארכיה, כאי-דוגמאות של מושג-המטרה, נותן משמעות להכללת תכונות קריטיות ואי-קריטיות ב-rational set של המושג.

5. הגדרת העקרונות (principles) הקשורים למושגים הנלמדים. - כאן אנו מדברים על הטרנספר האופקי, מהמושג לעקרונות שהוא כלול בהם. מדובר בעקרונות של סיבה-תוצאה, עקרונית קורלטיביים ואחרים. הבנת העקרונות הינה היסוד להסבר תופעות, לניבויין ולקונטרול עליהן.
- העקרונות המוגדרים מתארים יחסים בין המושג למושגים אחרים בהירארכיה, יחסים בין תכונות קריטיות של המושג, יחסים בין המושג לדוגמאות שלו, ויחסים בין המושג למושגים שאינם נמצאים בהירארכיה.
6. יצירת בעיות בהן יש להשתמש בכל אחד מהמושגים. תרגילים אלו צריכים להיות פזורים על טווח נרחב מבחינת דרגת הקושי שלהם, ומבחינת עומק ההבנה של המושג, עליו הם מתבססים.
7. התוכנית צריכה להכיל את כל מילות המפתח הקשורות במושגים ובתכונות המגדירות שלהם.

2. הלקחים של תיאורית אוזובל לתכנון הוראה

(Novak, 1977, 1980)

אוזובל טוען כי רכישת המושגים הראשוניים בגיל צעיר (עד שנתיים שלוש), נעשית בעיקר על ידי גילוי. בגיל שנתיים בערך הילד צבר לו כבר "רפרטואר" של כ 1000 סמלים ורבליים. סמלים אלה קיימים אצלו כבר כמושגים בעלי משמעות. הוא יכול עתה לשאול שאלות לגבי מושגים חדשים וכן לרכוש את המשמעות של המושגים החדשים, על ידי למידת-קבלה.

השאלה היסודית לגבי אוזובל ונובק היא: האם ילדים מפתחים מבנים קוגניטיביים, או אופרציות קוגניטיביות, כמו שהסיק פיאז'ה, או שהם מפתחים מסגרות (frameworks) בהן מושגים מאורגנים בהירארכיות? לפי מימצאיהם האפשרות השניה קיימת ואפליקטיבית יותר לגבי הוראה. מכאן הגורם החשוב ביותר ללמידה משמעותית היא מה שהלומד כבר יודע. כי רק הידע (במובן הרחב ביותר) הקיים אצל הלומד, יכול להוות בסיס לבניית הירארכיה של מבנה ידע נלמד.

בהירארכיה כזו יש מקום חשוב למושגים וכן ל-propositions שבין המושגים. כאשר proposition הינו משפט המתאר קשר בין שניים או יותר מושגים (משפט כזה נקרא אצל קלאוזמאיר principle).

אחד המושגים המרכזיים בתורתו של אוזובל הוא למידה משמעותית (meaningful learning) - שהינה למידה בה הלומד משקיע מאמץ מודע בייחוס וקשירת ידע חדש, בדרך אמיתית ולא מקרית, למושגים או propositions רלוונטיים, הקיימים כבר במבנה הקוגניטיבי שלו. כתוצאה מתהליך זה משתנים המושגים וה-propositions הקודמים, וכן גם הידע החדש. כלומר, משתנה המבנה הקוגניטיבי, והשתנות זו הינה רציפה.

rote learning, שהיא ההיפוך ללמידה משמעותית, קורגת כאשר אין במבנה הקוגניטיבי של הלומד מושגים או propositions הרלוונטיים לידע החדש הנלמד. אפשר למדוד כל למידה לפי שני רצפים אשר אינם תלויים זה בזה. הרצף שבין למידה משמעותית ל-rote learning והרצף שבין למידת - קבלה ללמידה בדרך הגלוי. לכל למידה אפשר לקשור שני ערכים מבחינת מקומה על שני רצפים אלה:
- למידה יכולה להיות למידת גילוי אך rote learning, או למידת קבלה ומשמעותית וכד'..

תפקידנו בתכנון ההוראה, לפי אוזובל, הוא לדאוג ללמידה משמעותית, כלומר להבליט את החוליות המקשרות בין המושגים החדשים למה שיש כבר אצל הלומד.

לבעית חוליות מקשרות כאלה, או גשר כזה בין המושגים הקיימים והיחסים ביניהם, למושגים החדשים והיחסים ביניהם, קורא אוזובל בנית "מארגן מוקדם" (advanced organiser). השפעתו של מארגן מוקדם נחקרה על-ידי אוזובל עצמו ונמצאה רבה.

באופן כללי התיאוריה של אוזובל מדגישה בנית הוראה המייצגת מסגרת המאורגנת בצורה כלשהי. אחד הכלים ליצירת מסגרת כזו, שפותח על-ידי נובק, הוא "מפת המושגים".

ההנחה היא כי מושגים מקבלים יותר משמעות כאשר מייחדים אותם ליותר ויותר מושגים אחרים ב-propositions משמעותיים, וכן ה-propositions נעשים יותר ויותר משמעותיים ככל שהמושגים המרכיבים אותם מקבלים יותר ויותר משמעות.

מפות מושגים הן מפות של עולם ידע הבנוי ממושגים ו-propositions ביניהם. מפה כזו ממחישה לתלמיד את המורכבות של מבנה האינטרפורמציה שאנו מאחסנים במוחנו, ומבליט את האינטראקציה שבין הידע החדש הנכנס, לזה הקיים ואת ההשתנות של שניהם. כאשר נותנים לתלמידים לבנות מפת מושגים, הם עוברים את כל התהליכים הלוקחים חלק בלמידה משמעותית לפי אוזובל, (Movak, 1980).

מפת מושגים היא בעצם אחת הדרכים להביא את הלומד ל"הכרת מערכת מושגים" (system of concepts). החשיבות של הדגמת מבנה, או מערכת של מושגים בתהליך הלמידה הוא נושא שדובר בו רבות. האסכולה הרוסית ניסתה זאת רבות בניסויים הקשורים לתכנון הוראת שטחים מסוימים. ראה למשל ז'יקובה לגבי הוראת הנדסה (Zykova, 1969).

IV. מספר הערות לגבי מחקר ברכישת מושגים

1. מחקר רב נעשה בשטח זה, וקשה לתת איפיונים כלליים שלו. גם המיון לסוגים שונים של מחקר בשטח זה אינו חד-משמעי. כנגד כל אופן של מיון, המתאים לחלק מן המחקרים, אפשר למצוא אופן מיון אחר, הנראה כמתאים יותר לאיפיון סוגי מחקרים אחרים. אפשר להסתכל על מחקרים ברכישת מושגים, לפי התיאוריה ממנה נגזרו. כל אחת מהתיאוריות העוסקות ברכישת והוראת מושגים, מאלה שמנינו לעיל וגם מאלה שלא נמנו, נוצרה מתוך מחקר ו/או לוותה על-ידי מחקר.

בפרק II בעבודה זו דברנו באופן כללי על סוגי המחקר האופייניים למודל הארגוניזמי ולמודל המכניסטי. הזכרנו גם מחקר שעשה אוזובל על ההשפעה של "מארגן מוקדם", ומחקר על השפעת מודל הוראה הבנוי לפני המודל של ה CLD של קלאוזמאיר וחבריו.

2. בכל המחקרים על רכישת מושגים המשתנה התלוי הנחקר הינו דימוי המושג, הקיים אצל נבדקים לגבי מושג נחקר. אפשר להתייחס לדימוי מושג במובן צר כלומר הדימוי המכיל את דוגמאות המושג או חלק שלהן, (למשל, דימוי מושג ברמה המיונית אצל קלאוזמאיר). אפשר להתייחס אל דימוי המושג במובן רחב הרבה יותר, כלומר דימוי המושג כולל גם את הבנת היחסים שבינו לבין מושגים אחרים, הבנת היחסים בין התכונות המגדירות של המושג, הבנת יחסים מבניים והירארכיים שהמושג הוא חלק בהם וכד'. ... על כל זה דברנו כבר לעיל.

המחקר על דימוי המושג, הקיים אצל נבדקים לגבי מושג מסוים, כפשוטו, בודק בעצם את "התוצר". ישנם מחקרים, בעיקר אלה הקרובים למודל האורגניזמי, המתעניינים בעיקר בתהליכים, באופרציות ובמנגנונים המשפיעים ומביאים לאופי מסוים של "תוצר", חסרונם של מחקרים המתעניינים בתוצר בעיקר, הוא בחוסר יכולתם להסביר מדוע נוצר כפי שנוצר ואיך נוצר. מכאן גם האפשרות להשתמש בתוצאות מחקר לגבי מושג אחד, להסברת או צפית ההתנהגות לגבי מושג שני הינה מוגבלת. חסרונם של מחקרים המתעניינים בעיקר בתהליכים, מבנים ואופרציות פסיכולוגיות כלליות, האחראיות להוצרות דימוי המושג, הוא דוקא באי-היותם ממוקדים בתוכן מסוים.

מחקרים אלה בוחרים את התכנים (המושגים) אותם יבדקו, לפי התאמתם לבדיקת תהליכים קוגניטיביים, שאין רכישתם נעשית בלמידה מתוכננת וכד'. עובדה זו גורמת לבידוד מחקרים אלה לתנאי מעבדה. התוצאות ממחקרים אלה לא מותירות את רישומן בחלק גדול מהפעמים, על תהליך ההוראה בכיתה כיוון שתהליכי ההוראה

גדול מהפעמים, על תהליך ההוראה בכיתה. כיוון שתהליכי ההוראה והלמידה המתוכננים, הם בעצם כמעט ההזדמנות היחידה המודעת שיש לנו להשפיע על היווצרות נכונה של מושגים, חשוב לבנות אותה בצורה הטובה ביותר האפשרית. מחקרים המתעניינים בתהליכים, במבנים ואופרציות קוגניטיביות בעיקר, הם כמובן מחקרי יסוד, עליהם אפשר לבנות תיאוריות כלליות וכו'. הם חשובים כבסיס למחקרים קוגניטיביים אחרים, הנמצאים בין שני סוגי המחקרים הקוגניטיביים אותם הזכרנו לעיל.

למעשה הגבול בין שני סוגי המחקרים שמנינו אינו חד וחלק אלא רציף. כאשר בודקים את ה"תוצר" - דהיינו דימוי המושג שיש לנבדקים לגבי מושג מסוים, ובודקים בו מצד אחד מהן הדוגמאות שלו שהן פופולריות יותר, מהן האי-דוגמאות לגביהן נוטים לתלמידים לעשות overgeneralization. כלומר, להכלילן כדוגמאות המושג, לומדים בודאי משהו על תהליכי רכישת המושג, או לפחות על גורמים המשפיעים עליהם. אם בנוסף לכך, בודקים את דימוי המושג בגילים שונים באותה אוכלוסייה, מקבלים אינפורמציה נוספת על תהליכי רכישת המושג, וכד'..

3. לשתי שאלות תפקיד חשוב במחקר ברכישת מושגים:

(א) הקריטריונים לקביעה האם מושג נרכש או לא. המחקר בודק את קיומם או אי-קיומם של קריטריונים אלה, ומכאן שופט על הרמה שבה נרכש המושג.

(ב) מהם טיפוסי המשתנים המשפיעים על רכישת המושג, ועל תהליכים הקשורים בהם?

(א) הזכרנו כבר את הדברים שאמרו חוקרים שונים בקשר לשאלה הראשונה. קלאוזמאיר למשל, קבע את הקריטריונים לכל אחת מהרמות במודל שלו. הקריטריונים עבור רכישת מושג ברמה הפורמלית לפי אוזובל, כוללים בתוכם את הקריטריונים עבור הרמות הנמוכות יותר וכוללים בתוכם גם את רב הקריטריונים שנוסחו בספרות המחקר ברכישת מושגים. הקריטריונים העיקריים הם:

- (1) היכולת להבדיל בין דוגמאות לאי דוגמאות של מושג.
- (2) היכולת להבדיל בין התכונות הקריטיות של מושג והתכונות האי קריטיות (המשתנות) הקיימות בדוגמאותיו.
- (3) היכולת להסביר מדוע אובייקט או תופעה מסוימת הם דוגמא או אי דוגמא של מושג, וזאת על ידי שימוש בשיקולים המתבססים על התכונות הקריטיות והאי קריטיות.

(4) היכולת ליצור את הגדרת המושג מדוגמאותיו או לפחות לחזור על הגדרה נתונה, ולהשתמש בה כקריטריון לקלסיפיקציה.

(5) היכולת להשתמש במושג בפתירת בעיות, בהסבר מושגים אחרים, בהסבר יחסים שבין המושג ומושגים אחרים.

(Menchinskaya, 1966; Kendler, 1961; Klausmeier, 1971 and many others).

השיפוט האם מולאו הקריטריונים כלומר האם נרכש המושג ובאיזו רמה, נעשה על בסיס המדידה של מטלות התנהגותיות הקשורות במושג, שהן "תרגומן" האופרטיבי של הקריטריונים שמנינו לעיל. קל יותר לבדוק את קיומם של ארבעת הקריטריונים הראשונים וקשה יותר להגדיר בצורה אופרטיבית ולבדוק את קיומו של הקריטריון החמישי.

(ב) בקשר לשאלה השניה על טיפוסים המשתנים המשפיעים על רכישת המושג, נמנה מספר נקודות עיקריות. יש המחלקים את הגורמים להם יש השפעה על תהליכי רכישת המושג למספר סוגים:

(Clark, 1972; Sowder, 1980)

(i) טיפוס המושג

- לדרגת המורכבות של המושג, למבנה הלוגי של הגדרתו, לדרכים שבהם אפשר לזהות את דוגמאותיו (זהו תפיסתי, אנליטי וכד'...), ולהשתמש בו, יש השפעה רבה על היכולת לרכשו, על אופני רכישתו, על מידת הזמן והבשלות הדרושים לרכישתו. (דברנו כבר לעיל על הטיפוסים השונים של מושגים, ממושגים אוסטרנטיביים, עד מושגים שהם הכללתם של אחרים, מושגי תהליך וכדומה.

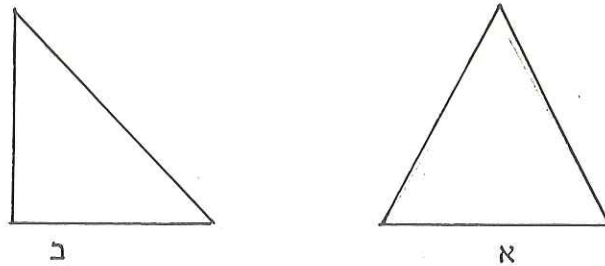
(ii) גורמים התלויים ברקע הנבדק

משתני רקע של הנבדק כמו גיל, מין, אינטליגנציה, רקע תרבותי רמה קוגניטיבית כללית ועוד.

(iii) גורמים התלויים במטלה

האם הנבדק צריך לזהות דוגמאות, לבנות אותן, להכליל את הגדרת המושג מתוך הדוגמאות, להשתמש במושג לפתירת בעיות וכד'...

(iv) גורמים התלולים בתכונות המשתנות האי קריטיות שיש לדוגמאות המושג. לדוגמא: בין המשולשים א, ו ב



קשה יותר לזהות את משולש ב כשווה-שוקיים, כיוון שיש לו תכונה אי-קריטית דומיננטית - הזווית הישרה.

נוסיף כאן גורם נוסף המכיל את כל הגורמים הנ"ל אך יש בו גם השפעה שהיא מעבר להשפעת גורמים אלה והוא:

(v) הגורם של ההוראה והלמידה המכוונות ללמידת המושג. על גורם זה דברנו בפרק הקודם, ואין ספק כי בתכנונו ובצפית השפעתו יש לקחת בחשבון את כל הגורמים האחרים.

בתכנון מחקר העוסק בתהליכי רכישת מושגים ובניתוח תוצאותיו, יש לקחת בחשבון את ההשפעות האפשריות של הגורמים לעיל. המארג של גורמים רבים, מעלה שאלות רבות הן בחקר תהליכי רכישת המושג, והן בתהליכי הוראתו. דוגמאות:

- מהי הדרך הטובה ביותר ללמד מושג; דרך rational set של המושג ואחר כך הגדרה, או להתחיל בהגדרה ואחר-כך לתת דוגמאות ואי-דוגמאות מחזקות וכד'. ... (למשל; Klausmeier and Feldman, 1975)
- מה היחס בין המבנה הלוגי של המושג והתהליכים הפסיכולוגיים המעורבים בתהליכי רכישתו? (Suppes, 1966; Sowder, 1980; Hart, 1981)
- על מה מתבסס דימוי המושג שיש לבדוק לגבי מושג מסוים; האם על מאפיינים תפיסתיים בלבד או גם על גבי קריטריונים אנליטיים?
- האם התפתחות המושג אצל נבדקים שונים באותה אוכלוסיה נעשית לפי סדר קבוע?

וכן הלאה....

4. כלי המחקר הם רבים ושונים. מקובל כי המחקר הדיאגנוסטי המתעניין בתוצר, בעשה בעיקר על ידי שאלונים על מספר רב של נבדקים, בעוד שהמחקר המתעניין בתהליכים, מתרכז בעיקר בצפיה בביצוע מטלות, ובראיונות עם מספר מצומצם יותר של נבדקים.

למעשה גם כאן החלוקה אינה חדה וחלקה. אפשר ללמוד על תהליכים מתוך שאלונים. אותו שאלון המועבר בגילים שונים (מחקר-אורך) יתן תמונה על התפתחות מושגים. שאלון הבודק שגיאות אופיניות ומושגים מוטעים יתן גם הוא אנפורמציה על תהליכים וכדומה...

קרפנטר (1980) מדבר על כלי מחקר שנועדו למדוד השפעת הוראה על רכישת מושג, ומדבר על "תהליכי לימוד-בחינה" (Teach-Test Procedures). הכוונה לסדרה של יחידות אשר בכל אחת מהן מובא לימוד קצר ומתוכנן - המלווה בחינה מידית של הנלמד. בודקים כאן מה הילד יכול להשיג מן הלימוד בכל יחידה כזו. שינוי כל אחת מהיחידות ומדידת השינוי, מאפשר שיפור גמיש של סדרת ההוראה.

5. הביקורת העיקרית לגבי מחקרים בשטח זה היא היותם "סטריליים" מדי. הטענה היא כי מצד אחד פסיכולוגים, דבקו בתיאוריות כלליות מדי ובלתי ישימות, ומחקריהם באו להוכיח תאוריה ולא להשתמש בה להסבר תהליכי רכישת מושגים ספציפיים. מצד שני ישנם מחקרים בהם התרכזו באנליזה מדויקת של מושגים במונחים של תכונותיהם, במבנה הלוגי של הגדרתם וכו'... או במושגים ראשוניים ביותר, שנלמדים ללא קשר לביה"ס דבר שריכז את המחקר לגיליים צעירים מאוד. לזה יש אמנם ערך בלמידת התהליכים שברכישת מושגים. אך כיוון שלמושגים כאלה אין לרוב תפקיד בתוך מערכת מושגים של עולם ידע ואין, הם חלק מ"עקרונות", (או מ-propositions), הקובעים קשר בינם לבין מושגים אחרים, קשה ללמוד מהם על רכישת מושגים בקונטקסט הנכון שלה. (יוצאת מן הכלל היא אולי התאוריה של ואן הילי, שהינה די כללית מצד אחד, ומצד שני עוסקת רק בלימוד גיאומטריה).

תוצאות ממחקרים כאלה אינן אפליקטיביות לכך למה שקורה ברכישת מערכת מושגים, ובעיקר אינן אפליקטיביות לתכנון הוראה מכוונת של מערכות מושגים.

לפי דברי קרפנטר (1980) יש לנו עתה צורך בסוגי מחקר הניגזר מתוך, ו/או יוצר תיאוריות של טווח הביניים; כלומר נופלות בין התיאוריות ההוליסטיות שהן כלליות מדי, לבין היפותיזות עבודה דיסקרטיות, הנעשות במחקרים קצרים, הבודקים מטלות ספציפיות ביותר. לתיאוריות כאלה הכח להסבר התופעות ההתנהגותיות מצד אחד, ומצד שני הן עשויות לשמש בסיס אופרטיבי מוצלח לבניית תכניות לימודים יעילות. ישנם

ישנם מחקרים קוגניטיביים אשר מטרתם היא יצירת תיאוריות כאלה, לגבי שטחים מסוימים, (למשל העבודות של פישבין, של נורניו, של קרפנטר ומוזר וכד'. ... שנעשו לגבי שטחים שונים במתמטיקה), ודרושים מחקרים נוספים מסוג זה לשטחים אחרים.

- השאלה בעלת-המשמעות של איפיון חשיבת התלמיד ויישום אנפורמציה זו בהוראה, אינה פשוטה ואינה יכולה להפתר על ידי אוסף של מחקרים קצרים שאינם קשורים האחד לשני. צורך מהותי הוא איפוא ריכוז מחקר הקשור לאותו שטח לימודי. השימוש בתוצאות במחקר זה לתכנון הוראה עשוי לתרום רבות ללמידה.

References

- Bourne, L.E., Ekstrand, B.R. and Dominowski, R.L. The Psychology of Thinking, Prentice-Hall Inc., Chapters 9, 10, 11, 1971.
- Bruner, J.S. and Kenney, H.J. On relational concepts. In J. Bruner, R. Oliver and P. Greenfield (Eds), Studies in Cognitive Growth. John Wiley and Sons Inc., pp. 168-182, 1966.
- Bryant, P. Perception and Understanding in Young Children. Basic Books, Inc. Chapters 1 and 4, 1974.
- Carpenter, T.P. Research in cognitive development in Shumway, R.J. (Ed.) Research in Mathematics Education. NCTM, pp. 146-206, 1980.
- Clark, D.C. Teaching concepts in the classroom: A set of teaching prescriptions derived from experimental research. Journal of Educational Psychology, Vol. 62, No. 3, pp. 253-278, 1971.
- Gagné, R.M. and Briggs, L.J. Principles of Instructional Design (2nd Ed.) Holt, Rinehart and Winston, Chapter 4, 1979.
- Hart, K. Hierarchies in mathematics education. Educational Studies in Mathematics, Vol. 12, pp. 205-218, 1981.
- Herron, D.J., Agbebi, E., Cattrell, I. and Sills, T.W. Concept formation as a function of instructional procedure, or: What results from ineffective teaching. Science Education, Vol. 60, No. 3, pp. 375-388, 1976.
- Herron, D.J. Concept Learning (Chapter 5, in unpublished book), 1982.
- Hunt, E.B. Concept Learning, John Wiley and Sons, Chapter 1, 1962.
- Hershkowitz, R. and Vinner, S. The role of critical and non-critical attributes in the concept image of geometrical concepts. Proceedings of the 7th PME Conference, Israel, pp. 223-228, 1983.
- Kendler, T.S. Concept formation. Annual Review of Psychology, Vol. 13, pp. 447-472, 1961.
- Klausmeier, H.J. Learning and Human Abilities. Educational Psychology IV Edition, Harpert and Row Pub., Chapters 2, 6 and 11, 1971.
- Klausmeier, H.J. and Feldman, K.V. Effects of a definition and a varying number of examples and nonexamples on concept attainment. Journal of Educational Psychology, Vol. 67, No. 2, pp. 174-178, 1975.
- Klausmeier, H.J. Learning and Teaching Concepts. Academic Press, 1980.

- Menchenskaya, N.A. Fifty years of Soviet instructional psychology. In J. Kilpatrick and I. Wirszup (Eds.), The learning of mathematical concepts. Soviet studies in the psychology of learning and teaching mathematics. (Vol. 1) Palo Alto, California, School Mathematics Study Group, 1969.
- Novak, J.D. An alternative to Piagetian psychology for science and mathematics education. Science Education, 61, 4, pp. 453-477, 1977.
- Novak, J.D. Learning theory applied to the Biology classroom. The American Biology Teacher, Vol. 42, 5, pp. 280-285, 1980.
- Rosch, E. Cognitive reference points. Cognitive Psychology, Vol. 7, pp. 532-547, 1975.
- Rosch, E. and Mervis, C.B. Family resemblances: Studies in the internal structure of categories. Cognitive Psychology, Vol. 7, pp. 578-605, 1975.
- Rosch, E., Mervis, C.B., Gray, W.D., Johnson, D.M. and Boyes-Bream, P. Basic objects in natural categories. Cognitive Psychology, Vol. 8, pp. 382-439, 1976.
- Schaefer, G. Concept formation in biology: The concept "Growth". European Journal of Science Education, Vol. 1, No. 1, pp. 87-101, 1979.
- Skemp, R.R. Intelligence, Learning and Action. John Wiley and Sons, 1979. Chapters 9 and 12.
- Sowder, L.K. Concept and Principle learning in Shumway, R.J. (Ed) Research in Mathematics Education. NCTM, pp. 244-285, 1980.
- Suppes, P. Mathematical concept formation in children. American Psychologist, Vol. 21, pp. 139-150, 1966.
- Vygotsky, L.S. Thought and Language, Cambridge, Mass: M.I.T. Press. Chapters 5 and 6, 1962.
- Webster New Collegiate Dictionary, p. 231, 1973.
- Winner, S. Concept definitions, concept image and the notion of function. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, Vol. 14, No. 3, pp. 293-306, 1983.
- Witkin, H.A., Moore, C.A., Goodenough, D.R. and Cox, P.W. Field-dependent and field independent cognitive styles and their educational implications. Review of Educational Research, Vol. 47, No. 1, pp. 1-64, 1977.

Zykova, V.I. Operating with concepts when solving geometry problems. In J. Kilpatrick and I. Wirszup (Eds). The Learning of Mathematical Concepts. Soviet studies in the psychology of learning and teaching mathematics (Vol. 1). Palo Alto, California, SMSG, 1969.