

אוליציין אלכסנדר

הצדקת השערות על ידי ילדים בבית הספר היסודי

בגיל היסוד בדרך כלל אינם מסוגלים לבנות בצורה מלאה שרשרת לוגית של טיעונים, משום שהחשיבה שלהם עדיין נמצאת ברמה של הפעולות המוחשיות - כך לפי פיאזה. עם זאת, רוב התלמידים מנסים, בצורה זו או אחרת, לנמק את ההשערות שלהם, ואת ההסקות שהם מסיקים ממה שהם מבינים מתוך הבעיה. מורה שיודע אילו סוגים של הצדקות התלמידים שלו יכולים להביא, יכול לשים לב לדברים אלה במהלך ההוראה ולהציע לתלמידיו פעילויות בהתאם ליכולת שלהם. הבנת הבסיס הפסיכולוגי שעומד מאחורי תהליך ההצדקה מאפשר למורה גם לנסות לקדם את תלמידיו בנקודה זו.

נדון כעת בתשובות של התלמידים מבחינת הצדקת ההשערות. במיון ההצדקות הובאו בחשבון הנקודות האלה:

- מבנה הלוגי של ההצדקה: האם מופיעה אימפליקציה לוגית ("אם - אז") בניסוח הנימוקים שהתלמיד מביא בתור הצדקת השערתו.
- הקשר של ההצדקה הן לתוכן השאלה והן עם תוכן ההשערה: ספציפית, באיזה מידה הנימוקים של הילד מבוססים על התוכן של השאלה ועל התוכן של ההשערה כנקודת המוצא של השרשרת הלוגית של הטיעונים.
- באיזו מידה השרשרת הלוגית של הטיעונים מאפשרת לקבל את התוצאה המשוערת. כאמור, האמת האובייקטיבית של ההשערה ושל ההצדקה לא הובאו בחשבון בניית תשובות התלמידים כאן.

במאמר זה אביא חלק מהמצאים של מחקר שנערך בנושא "פיתוח יכולת ההשערה בתוך מערכת החשיבה של תלמידים בבית-הספר היסודי".

את היכולת להעלות השערות אפשר לאבחן ולנתח בעזרת קריטריונים שונים. במחקר המצוטט כאן עסקתי במגוון של קריטריונים כאלה.

במאמר זה אדון רק באחד מהם: הצדקת השערות. **הצדקת השערות**, הכוונה כאן לרמת האמינות הפורמלית והלוגית של הצדקת ההשערה. האמת האובייקטיבית של ההשערה וכן התקפות של ההצדקה עצמה אינן מובאות בחשבון בהתייחסות לקריטריון זה.

הסטנדרטים החדשים של ה-NCTM משנת 2000 מדגישים במיוחד את הצורך בשילוב שאלות חקר בהוראת המתמטיקה. בתכנית הלימודים החדשה במתמטיקה לבית-הספר היסודי, המתגבשת בימים אלה במשרד החינוך, הודגש הצורך בפיתוח יכולת חקירה אצל התלמידים. לפיכך חשוב ללמד את הילדים לבצע חקירות של מצבים שונים ושל בעיות לא שגרתיות כבר בבית-הספר היסודי. תהליך החקירה כולל בתוכו את הצורך בהעלאת השערות ובעיבודן, בהצדקת השערה בבדיקת הרלוונטיות שלה ביחס לעובדות הידועות. לכן חשוב היה להבין, בין השאר, אילו סוגים של הצדקת השערות קיימים אצל הילדים, ובאיזו מידה אפשר לדבר על התקפות של ההצדקות שלהם מבחינה לוגית-פורמלית.

במאמר זה נתייחס להשערות התלמידים הצעירים מנקודת המבט של הצדקת ההשערות שלהם. הילדים

קבוצה שנייה

לקבוצה השנייה שייכתי תשובות שבהן יש ניסיונות מסוימים של התלמידים להצדיק את ההשערה, אך בהסברים שלהם חסרה תקפות לוגית, כלומר, אין קשר בין ההסבר לבין תוכן השאלה ותוכן ההשערה. הצדקה אופיינית לקבוצה זו היא ההצדקה של התלמיד פ', בתשובתו שאלה הבאה:

שאלה מס' 3:

בכיתה 30 תלמידים. 15 מהם לומדים בחוג המחשבים, 3- בחוג מוסיקה ו-12 בג'ודו. האם ייתכן ש-5 תלמידים מהכיתה אינם לומדים באף חוג?

התלמיד משער שמצב כזה "כהאט אפשרי, אס ההויס לא רוצים". הסבר מסוג זה הוא ניסיון מסוים להצדיק את ההשערה, כי ההשערה שהתלמיד מעלה יכולה להתבסס על הסיבה שהוא מציין בהסברו. ועם זאת, אי-אפשר לקבל הסבר כזה כהצדקה, מפני שאין בו קשר לתוכן המתמטי של השאלה. ייתכן, שהסיבה, שעליה פ. בוסס את ההסבר היא משמעותית מבחינתו, אך בהסבר אין שום קשר לוגי-סיבתי האילוצים של השאלה.

תכונות כאלה מאפשרות לבודד את ההסבר הזה והאחרים הדומים לו לקבוצה מיוחדת, כאשר ההשערה אינה מקבלת הצדקה פורמלית נכונה ותקפה, או שבניסיון להצדקה אין קשר לוגי או אין מספיק קשר עם תוכן השאלה.

קבוצה שלישית

לקבוצה זו שייכתי הצדקות, שיש בהן ניסיון לבנות שרשרת לוגית של טיעונים הנובעים זה מזה, כאשר נקודת המוצא של שרשרת הטיעונים מבוססת הן על תוכן השאלה והן על תוכן ההשערה עצמה. אציג כמה מהדוגמאות האופייניות ביותר לקבוצה זו. תלמיד ג' בפתרון שאלה 3 שלמעלה (על תלמידי הכיתה הלומדים בחוגים) כותב:

"אצב כזה יתכן, כי האויזים אצזים האוכים אאזים
ואאויזים אאזים אא האוכים אאזים".

אף-על-פי שבהסבר זה אין בנייה של שרשרת לוגית וההסבר אינו בנוי בצורה לוגית, אפשר לראות בו קשר חזק הן לתוכן השאלה והן לתוכן ההשערה.

דוגמה אופיינית נוספת לקבוצה זו היא הצדקת ההשערה המתייחסת לשאלה הבאה:

בניסוי השתתפו כל תלמידי כיתות ב' ו-ד':

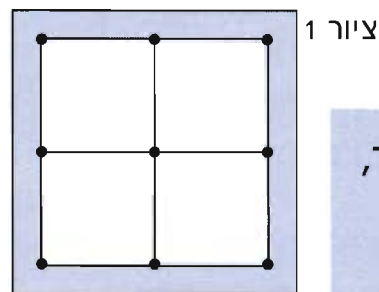
41 תלמידים מכיתות ב' ו-38 תלמידים מכיתות ד'. בשתי שכבות הגיל התלמידים קבלו את אותן השאלות. בסך הכל הופיעו בשאלון 8 שאלות שונות, שחלקן כלל תוכן מתמטי, וחלקן כלל תכנים אחרים, כמו ביולוגיה, ידע כללי ועוד. במאמר זה אתייחס רק לשאלות הקשורות למתמטיקה.

לפני ביצוע הניסוי התלמידים קבלו הנחיה בעל-פה על אופן ביצוע המשימות. הם התבקשו לנסות ולענות על כל שאלה מבלי לפתור אותה. כך התלמידים היו צריכים לשער כיצד אפשר לפתור את השאלה. הובהר לתלמידים, שלשאלות אלה אין תשובות לא נכונות ושכל תשובה היא טובה. כך הפחתנו את חרדת התלמידים מפני המצב הלא-שגרתי בו הם היו בזמן הניסוי.

תוך כדי ניתוח השאלונים התברר שאפשר לחלק את כל תשובות התלמידים לארבע קבוצות עיקריות, ואלה יתוארו במפורט.

קבוצת התשובות הראשונה

בקבוצה זו נכללות התשובות שבהן התלמיד לא הביא הצדקה בכלל, או שהניסיון שלו לבנות מעין הצדקה כלל אך ורק התייחסות רגשית של מה שהוא עשה. נתבונן בתשובה של התלמידה ט' לשאלה 2, האופיינית לקבוצה זו.



שאלה מס' 2:

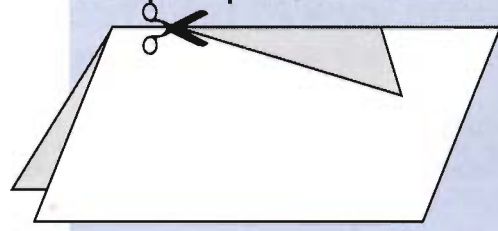
כמה ריבועים שונים אפשר, לדעתך, לבנות על לוח מסמרים 3x3 וכיצד?

היא מביאה את הציור מס' 1, וכדי להצדיק את השערתה היא כותבת: "אני אאזב כק, כי זה נכון". הסבר כזה אינו יכול להתקבל כהצדקה, כי הוא מבוסס אך ורק על האמונה של הילדה בנכונות תשובתה. ההסבר איננו מתייחס לא לתוכן השאלה ולא לתוכן ההשערה. ט' לא ניסתה כלל לבנות שרשרת לוגית של טיעונים הנובעים זה מזה.

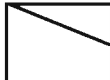


שאלה מס' 6

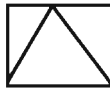
דמיינו לכם שקיפלתם דף נייר וגזרתם ממנו משולש כך שאחת מצלעותיו מתלכדת עם קו הקיפול משה גזר משולש כך: באילו דרכים נוספות אפשר לגזור משולש מהדף המקופל לפי תנאי השאלה?



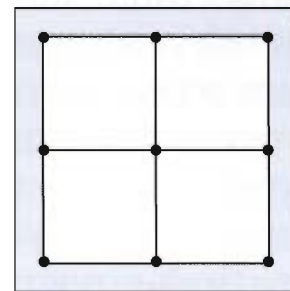
בהסבר ההשערה מביא פ. את הטענות הבאות:

י'העביר קו כך:  ואצור אורכו.

אפשר לסמן נקודות כך: 

העביר קווים כך:  ואז כך אצור ונקבל אפילו שני משולשים.

כאשר פ' מצייר, הוא מנסה להסביר כיצד לדעתו אפשר לבצע את המשימה. בהסברים אלה יש ניסיון מסוים לבנות שרשרת לוגית של ביטויים הנובעים זה מזה, אף-על-פי שאין ניסוח מפורט לקשר שבין ההשערה לבין תנאי השאלה: "צלע המשולש מתלכדת עם קו הקיפול".



ציור 2

באותה "שיטה" משתמשת גם התלמידה מ' בתשובתה לשאלה מס' 2 לגבי הריבועים על לוח מסמרים 3x3. היא מביאה את אותו הציור כמו שמביאה התלמידה ט' לעיל, אך מוסיפה

את הנימוק הבא: "כי אם נבחר נקודות, נקבל 4 ריבועים". בניסיון להצדיק את ההשערה מ' מתייחסת לחלק מדרישות השאלה (לסמן ריבועים שקודקודיהם במסמרים), אך מתעלמת מהדרישות האחרות (הריבועים צריכים להיות שונים).

אבל מבחינת רמת ההצדקה אפשר לציין, שהסבר זה בנוי היטב מבחינה לוגית, מכיוון שיש בו אימפליקציה לוגית ("אם - אז"). הוספת הציור בידי התלמידה, שהוא מתאים מאוד להסברים, מעלה את רמת ההצדקה, משום שעבור תלמידי בית-הספר היסודי אמינות ההמחשה הוויזואלית היא מוחלטת כמעט.



בשלוש ההשערות שצוטטו בקבוצה זו אפשר לראות את התכונות המשותפות האלה:

1. בניסיון להסביר את ההשערות לגבי פתרון השאלה, הילד מנסה לבנות שרשרת מסוימת של אימפליקציות לוגיות, שבה כל טענה נובעת מהקודמת (לפחות מבחינתו של הילד).
2. בהסברים אלה יש התייחסות לתנאי השאלה, אך הם מבוססים במידה מועטה על תוכן השאלה.
3. ההסברים קשורים במידה מועטה לתוכן ההשערה שהעלה הילד.

קבוצה רביעית

לקבוצה הרביעית שייכתי את ההצדקות שהכילו שרשרת של אימפליקציות, כאשר בכל הטענות יש התייחסות רבה לתנאי השאלה ולתוכן ההשערה. כך, לדוגמה, כאשר התלמיד ב' פתר את השאלה 3 שלמעלה (על התלמידים הלומדים בחוגים), הוא כתב: "לא, לא ייתכן 5-5 גאומטרי לא אומרים באף גאומטרי כי כסף הכא בכיתה 30 גאומטרי ובגאומטרי אומרים 30 (15+3+12=30) ואין מקום אצור 5 אנשים". למעשה, לפי תוכן השאלה, ההשערה שהעלה אינה נכונה, כי בשאלה לא נאמר שבחוגים השונים לומדים תלמידים שונים ושאר תלמיד אינו לומד ביותר מחוג אחד. למרות זאת, הצדקת ההשערה שלו קשורה הן לתוכן השאלה (בחלקה הגדול) והן לתוכן ההשערה עצמה. ב' בנה שרשרת לוגית ובה כל טענה נובעת מהטענה הקודמת. נקודת המוצא של השרשרת הזאת מבוססת על תוכן השאלה, והאימפליקציה הלוגית מביאה להשערה.

לקבוצה זו שייכתי גם תשובה כמו זו של התלמיד ק' לאותה השאלה. הוא כותב: "כן, מצב כזה ייתכן, כי 5 גאומטרי מהכיתה יכולים אומרים בשני גאומטרי". הצדקה זו בהחלט מתאימה גם לתנאי השאלה וגם לתוכן ההשערה, לא נאמר שתלמיד איננו יכול ללמוד ביותר מחוג אחד. לכן המצב המתואר ייתכן.

שני ההסברים האחרונים מאופיינים ברמה גבוהה של הנמקה פורמלית (יחסית ליכולת ההנמקה הפורמלית של תלמידים צעירים); התלמידים בונים באופן מוצלח יחסית את שרשרת האימפליקציות הלוגיות. בשרשרות אלה יש קשר לוגי הן לתוכן כיתה

מתלמידי כיתות ד' בדקתי, כמה תשובות יש בכל אחת מהקבוצות. בטבלה הבאה אפשר לראות את התפלגות תשובות התלמידים בין ארבע קבוצות ההצדקות שתיארנו, בגילאים השונים.

ההשערה והן לתנאי השאלה. כל זה מאפשר לשייך את התשובות האלה והדומות להן לקבוצה שבה יש רמה גבוהה של הצדקות ההשערות. לאחר ניתוח של כל התשובות שהתלמידים ספקו (328 תשובות מתלמידי כיתות ב', ו-304 תשובות

מאפיינים של הצדקת ההשערות (באחוזים מסך כל התשובות בכל קבוצת גיל)

קבוצת התשובות	קבוצה 1 אין הצדקה כלל	קבוצה 2 ההצדקה אינה מבוססת על תנאי השאלה ועל תוכן ההשערה קבוצה 1	קבוצה 3 ההצדקה מבוססת באופן חלקי על תנאי השאלה ועל תוכן ההשערה; יש ניסיון לבניית שרשרת לוגית של אימפליקציות	קבוצה 4 ההצדקה מבוססת על תנאי השאלה ועל תוכן ההשערה, קיימת שרשרת לוגית של אימפליקציות
גיל התלמידים				
בני 7-8 כיתה ב	3.66%	47.65%	42.90%	5.79%
בני 9-10 כיתה ד	0%	39.47%	54.28%	6.25%

בית-הספר היסודי. כדי לבנות הצדקה נכונה ומלאה, התלמיד צריך לחזור באופן מנטלי מההשערה שלו לתוכן השאלה, להעריך שנית את התוצאה המשוערת בהשוואה לתנאי השאלה, אך הפעם לפי קריטריונים שונים מאלה ששימשו בשלב של העלאת ההשערה. כאן יש צורך לזהות את הקשרים הלוגיים בין המידע, הנתון בשאלה עצמה, לבין התוצאה המשוערת, ולאשר קשרים אלה בעזרת שרשרת של טיעונים הנובעים זה מזה באופן לוגי. במקרים רבים הצדקת ההשערה דורשת הסברים שיש בהם הרבה צעדים לוגיים מופשטים, ולתלמידים הצעירים, בדרך כלל, אין יכולת זו. את גידול ההצלחות בהצדקות שגילו תלמידי כיתה ד' אפשר להסביר, בכך, שבתהליך הלמידה, כאשר הם מבצעים משימות לימודיות, התלמידים מתבקשים להסביר את דרכי הפתרון שלהם. זה יכול להביא אותם להתייחסות רצינית יותר להצדקה של הפתרון, ומכאן להצדקה מוצלחת יותר של השערתם. בנוסף, תלמידי כיתה ד' כבר מתחילים להפנים יכולות התחלתיות של חשיבה מופשטת, להבדיל מתלמידי כיתה ב', שבדרך כלל נמצאים בשלב של הפעולות המוחשיות בלבד.

ניתוח הטבלה מראה, שתלמידים בבית-הספר היסודי אינם מצליחים בדרך כלל לבנות הצדקות מבוססות (לפי הקריטריונים שנקבעו במחקר). גם בכיתה ב' וגם בכיתה ד' כ-6 אחוזים מההצדקות שסיפקו התלמידים מסווגים לקבוצה הגבוהה של הצדקות. כמו כן, בקבוצת ההצדקות הגבוהה אין הבדל סטטיסטי מובהק בין הגילאים השונים. יחדו עם זאת מתברר, שבהרבה מקרים התלמידים מנסים להסביר את ההשערה שלהם ואף לבנות מעין שרשרת של טיעונים. כך, ב-43 אחוזים בערך מתשובות תלמידי כיתה ב' יש ניסיון מסוים לבנות שרשרת לוגית של טענות, אשר מבוססות, אמנם במידה מועטה, על הנתוני השאלה ועל תוכן ההשערה. גידול מסוים של תשובות כאלה מוצאים לעומת תלמידי כיתה ב' אצל תלמידי כיתה ד' (בערך 54%). חשוב להדגיש, שבני 9-10 תמיד מנסים להביא הצדקה להשערתם, לעומת בני 7-8, שאצל 3.5 אחוזים של תשובותיהם אין אפילו ניסיון לבנות הצדקה. בכלל, בכל התהליך של העלאת השערות ובדיקתן, הצדקת ההשערות היא השלב הקשה ביותר לתלמידי

ביבליוגרפיה:

- Bruner, Jerome S. Beyond the Information Given. - London, George Allen & Unwin LTD. (לפי תרגום לרוסית: מוסקבה, 1977)
- Inhelder B., Piaget J. La Genese des Structures Logiques Elementaires. (לפי תרגום לרוסית: מוסקבה, 1963)
- Solso, Robert L. Cognitive Psychology. - Second Edition. - Allyn and Bacon, Inc. 1988
- Studies in Cognitive Growth. /Jerome S. Bruner et all - New York - London - Sidney. (לפי תרגום לרוסית: מוסקבה, 1971)
- (דוידוב ו.ו. סוגי ההכללה בהוראה. - מוסקבה, 1972. (ברוסית)
- הלפרין פ.י. שיטות ההוראה והתפתחות שכלית. - מוסקבה, 1985. (ברוסית)
- ויגודצקי ל.ס. החשיבה והספה. - מוסקבה, 1956. (ברוסית)