

פיתוח כלי הערכה כתובים להערכת חשיבה ולמידת תכנים בכיתות להוראת המדעים*

רוברט סווארץ

מובן שעקרונות מדעיים ומידע על אודות עולם הטבע חייבים למלא תפקיד בכיתה החדשה להוראת המדעים. אולם, במקום לספק מידע כזה לתלמידים כמוקד ללמידתם, עליו להיות זמין לתלמידים השואפים אליו בשעה שהם בונים באורח פעיל הבנות חדשות. בכיתה החדשה להוראת המדעים שמים דגש על:

- תהליכים שבאמצעותם תלמידים יכולים לבנות משמעות.
- תהליכים שתלמידים יכולים להשתמש בהם כדי לתקף את הבחנותיהם.
- אסטרטגיות שבאמצעותן תלמידים יכולים ליישם את התובנות שלהם בפתרון בעיות קונסטרוקטיבי.

מושגי יסוד במדע, יחד עם עקרונות מדעיים הממחישים מושגים אלה, הם בעלי ערך בכיתה החדשה להוראת המדעים רק במידה שבה הם משוקעים בצורה נאותה בתהליכים הללו.

עם שינוי יעדי ההוראה, גם ההערכה לגבי המידה שבה הושגו היעדים הללו חייבת להשתנות. עלינו לשנות לא רק את מושאי ההערכה, אלא גם את הדרך שבה היא מתבצעת. שוב אין להסתמך על הדרכים הרגילות להעריך אם המידע הבסיסי נשמר בזיכרון של התלמידים. אופני הערכה החושפים ומקדמים את השימוש בתהליכים שצוינו לעיל חייבים לתפוס את מקומם של אופני הערכה מסורתיים יותר.

פירושו של דבר הוא שבהערכות אלה יש להתמקד בעיקר בביצועי התלמידים המדגימים את השימוש בתהליכים הפעילים האלה. חיבור זה מסביר את האופן שבו מורים יכולים לעורר את התלמידים לתת תשובות רחבות בכתב (או בעל-פה) באורח שחושף חשיבה ולמידה פעילה, כך שניתן יהיה להעריך את איכותן. כשאנו מדגישים עיצוב של כלי הערכה מסוג זה, אין אנו גורסים בשום אופן שאורחות אלה עדיפות על הביצוע הפעיל של התלמידים בפעילויות

הוראת המדעים הולכת ומשתנה. אנו רואים עדיין כיתות רבות שבהן תלמידים רוכשים באורח סביל מידע על אודות עולם הטבע מתוך טקסטים כתובים. עם זאת, אנו גם עדים לנטייה הולכת וגוברת לסייע לתלמיד לבנות קשר עמוק יותר עם עולם הטבע, באמצעות למידה פעילה וקונסטרוקטיבית. על פי גישה זו, התלמידים עומדים במרכזה של הכיתה להוראת המדעים. המורים והטקסטים מקדמים את תהליך הלמידה הפעילה ולא מסתפקים בהקניית תוצרים בלתי פעילים של למידה.

הטבלה הבאה מתווה את ההבדלים שבין שני הסוגים הללו של הכיתות להוראת המדעים.

כיתה מסורתית להוראת המדעים מול כיתה חדשה להוראת המדעים	
הכיתה המסורתית	<ul style="list-style-type: none"> • מסבירים לתלמידים כיצד אחרים רואים את עולם הטבע. • מסבירים לתלמידים כיצד פועל המדע. • מספרים לתלמידים על סוגיות מדעיות עכשוויות. • המורים והטקסטים מספקים לתלמידים מידע שיש ללמוד אותו.
הכיתה החדשה	<ul style="list-style-type: none"> • מנחים את התלמידים לפתח תפיסת עולם משלהם. • התלמידים בוחנים ומשנים את המבנים שלהם באמצעות חשיבה מדעית. • התלמידים מנצלים את הבנתם במדע כדי להתעמק בסוגיות שונות. • המורים והטקסטים מקלים על ההבנה ומהווים משאבי מידע שהתלמידים עושים בהם שימוש בפתרוני בעיות.

* Robert Swartz, *New Ways to Assess Learning in Science*, edited by S. Loucks-Horsley, Miami, Fla.: Miami Museum of Science, 1991.

שהוכחד. התלמידים לומדים גם שמינים מסוימים, כגון הפיל האפריקני, נתונים בסכנת הכחדה, בראש ובראשונה בגלל ציד, בשעה שאחרים נתונים בסכנה משום שהאדם פגע בצורה כה חמורה בסביבתם הטבעית עד ששוב אינם יכולים למצוא מזון. המושג מין (species) מוצג לרוב בפני התלמידים בהקשר זה. בייחוד נהוג להציב השלכות של הכחדת מין כנגד מוות של פרט אחד בתוך המין. להלן שני פריטי מבחן אופייניים, העשויים להופיע בספרי לימוד בסוף פרק העוסק במושגי סיכון והכחדה.

1. אילו מן המינים הבאים של בעלי חיים נכחדו?
 - (א) הפיל האפריקני
 - (ב) הדינוזאור
 - (ג) הסוס
 - (ד) העש
2. אומרים על בעלי חיים שהם נתונים בסכנת הכחדה אם אינם קיימים עוד. נכון/לא נכון

אלה הם פריטים אופייניים של מבחן אמריקני ומבחן נכון/לא נכון. תפקידם הוא, לכאורה, לכוון את הלמידה מתוך טקסטים. הם מכווני-מידע לחלוטין. מה ניתן להסיק מתוך תשובות לפריטי מבחן אלה? לא הרבה, מעבר ליכולתו של התלמיד לשנן פיסות מידע נבדלות. אך מה אם נרצה לדעת יותר? נניח שנרצה לדעת האם התלמידים מבינים את משמעותם של סיכון והכחדה, מה הם הגורמים להם וכיצד ניתן למנוע אותם; האם הם מסוגלים ליישם הבנה זו במצבים מוגדרים בעולם בן זמננו? אילו פריטי מבחן מסוגלים לחשוף את היכולות הללו? מובאות להלן שלוש פעילויות הערכה שונות, העומדות בניגוד לפריטים מכווני-מידע ואשר יש להן שימושים ייחודיים הקשורים במטרות השונות שהוגדרו לעיל:

1. כאשר כלבי ערבה מתקרבים לחוות, הם זוללים יבולים של איכרים. לכן האיכרים הרגו אלפי כלבי ערבה. החמוסים (יונק טורף קטן) שחורי הרגליים ניזונים מכלבי הערבה. הסבר איזו בעיה מתעוררת כאן מבחינת החמוסים, ומדוע זו בעיה?
2. האם תוכלו להציע דרכים שיאפשרו לאנשים להציל את החמוסים שחורי הרגליים ועדיין להשתלט על כלבי הערבה? הסבירו מה ביכולתכם לעשות. למה עליכם לדאוג כדי להבטיח שפתרונכם יפעל? האם יש משהו שאתם כבר יודעים שיש לו השלכה על כך?
3. נניח שהתבקשתם לצפות בהרגלי האכילה של החמוסים שחורי הרגליים כך שתוכלו לאסוף נתונים בנושא. תארו מה בדעתכם לעשות כדי לוודא שתצפיותיכם יהיו מדויקות

המדע, או על השיטה שבה התלמידים מחזיקים תיק עבודות, הכולל הערכה עצמית של עבודותיהם. בכיתה להוראת המדעים, יש לשלב את שלושת אופני ההערכה הללו. אנו מתמקדים כאן בדרכים שבהן ניתן לעורר ביצועים מורחבים בכתב או בעל-פה, משום שזהו הצעד הטבעי הבא לאחר מצב שבו ההערכה מתבצעת אך ורק באמצעות פריטי מבחן אמריקני, וכן משום שזוהי דרך יעילה לקבוע את רמת ההבנה שמגלים התלמידים במצבי שגרה בכיתה.



אופן ההערכה המתואר כאן עושה שימוש במבחני נייר ועיפרון במצבי מבחן מסורתיים למדי. אולם אין זו מטרתה היחידה של הערכה כזאת - ולעתים קרובות גם אין זו המטרה הטובה ביותר. נכון יותר לראות את סוגיית ההערכה כמפעל רחב הרבה יותר. כך, למשל, הערכה לא פורמלית מתמשכת, שעושה שימוש בטכניקות אלה, חשובה לתכנון ההוראה בכיתה. זהו גם כלי נפלא המסייע לתלמידים לווסת את למידתם. המסר העיקרי בחיבור זה חל על כל הרמות של הוראת המדעים. עם זאת, המיקוד כאן הוא על הערכה בכיתות של בית הספר היסודי ובחטיבות הביניים. זאת משום אמונתנו שאם הוראת המדעים החדשה אמורה להשפיע על עמדות התלמידים כלפי המדע בחייהם מחוץ לכיתת הלימוד ובתוכה, הרי שחינוכי להתחיל בה מוקדם. לאור האמור, אין ספק שגם מורים בתיכון ימצאו כאן רעיונות שימושיים.

שתי דוגמאות מנוגדות להערכה

בין הכיתות ג' ל-ו', תכניות רבות להוראת המדעים בבית הספר היסודי מפגישות את הילדים עם המושג של "מין המצוי בסכנת הכחדה". הדינוזאורים משמשים לא פעם כדוגמה למין

2. יישום ההבנה במצבים חדשים.
3. גילוי המשמעות שבקיום יחסי הגומלין הללו בתוך אותם מצבים.

אלה הם תהליכים פעילים, שבהם ניצול הידע המדעי הרלוונטי שכבר מצוי ברשות התלמידים ממלא תפקיד חשוב יותר מתהליכים הכרוכים רק בזכירת מילים שיוצרות הגדרה. גם בכיתות בית הספר היסודי, אין זה מוקדם מדי לסייע לתלמידים לפתח הבנה עמוקה יותר של מושגי סיכון והכחדה. כיצד נוכל לפרש את תשובותיהם של התלמידים? שימו לב לתשובה הבאה לשאלה הראשונה:

אם אין מספיק כלבי ערבה שהחמוסים יכולים לאכול, רבים מהם ימותו מרעב. זאת משום שכלבי הערבה הם המזון העיקרי שלהם. אם האיכרים יהרגו את רוב כלבי הערבה, או את כולם, זו תהיה בעיה רצינית, מפני שמרבית החמוסים עלולים למות. פירושו של דבר הוא שהאוכלוסייה שלהם תצטמצם מאוד. זה אומר שהם עלולים להפוך למין המצוי בסכנת הכחדה. ואם כולם ימותו, הם יוכחדו. ואז אף פעם לא יהיו חמוסים אחרים. ואולי זו תהיה בעיה לא רק בעבור החמוסים. אם בעלי חיים אחרים תלויים בחמוסים בתור מקור למזון, גם הם עלולים להיכחד.

מה זה אומר לנו על הבנת התלמיד את המושג של מין בסכנת הכחדה? הדבר המרשים ביותר הוא יישום פעיל של מספר רעיונות שונים, הקשורים בשרשרת מזון ואוכלוסייה, כדי לפתח את הרעיון שהחמוסים עלולים להיות בסיכון ואף להיכחד (כגון "זאת משום שכלבי הערבה הם המזון העיקרי שלהם"; "אם בעלי חיים אחרים תלויים בחמוסים בתור מקור למזון, גם הם עלולים להיכחד").



ככל האפשר, ושניתן יהיה לסמוך על הנתונים שאספתם. כתבו תכנית המפרטת את כל הדברים שיש לחשוב עליהם מראש.

אלה הן שאלות הרחבה. הן מייצגות את הצעדים הטבעיים הבאים שיש לבצע כדי לחרוג מתחום פריטי המבחנים האמריקניים, במטרה לחשוף את כשרי ההבנה והחשיבה של התלמיד. פריטים אלה דורשים מן התלמידים לבצע פעילויות שהן חלק טבעי מן העיסוק במדע. לפיכך, פריטים אלה מחייבים ביצועים אותנטיים, על אף שמדובר בביצועים בכתב. אנו מדגישים סוג זה של פריטי מבחן, כדי לנפץ מיתוס אחד בנושא הערכת ביצועים: לא בכל מבחני הביצוע התלמידים נדרשים לעסוק בפעילויות כגון יציאה בפועל לשדה ועריכת תצפיות מן הסוג שהוזכר בפריט המבחן השלישי. כל עוד המשימה הנדרשת היא משימה אותנטית, הביצוע יכול להיות בכתב או בעל-פה (תשובות בעל-פה דורשות זמן רב יותר להערכה, אך לעתים הן חושפות יותר מן התשובות בכתב, ולו רק משום שקל יותר לבקש בהן הבהרות והרחבות). שימו לב לאופן שבו נבנות ההערכות הללו. הן כוללות אחד או שניים מן הדברים הבאים: שאלות פתוחות או הנחיות לביצוע מטלה מוגדרת. הן השאלות והן ההנחיות בנויות באופן שיעודד את התלמידים לעסוק במטלות מדעיות טבעיות. באשר לפריטי המבחן, המטלות הן בתחום החשיבה והתקשורת.

מדוע כדאי להשתמש בכלים של שאלות הרחבה?

קיים הבדל עצום בין השאלות במבחן האמריקני לבין שאלות ההרחבה הפתוחות המתוארות לעיל. מה נוכל ללמוד מתשובות התלמיד לסוג זה של שאלות? אילו הבנות, מיומנויות ותהליכים ייחודיים הן מעריכות? כיצד ניתן לפרש תשובות שונות של תלמידים?

שלוש שאלות ההרחבה תוכננו כדי לספק מידע על שלושה סוגים שונים של תהליכים:

- בניית ההבנה המושגית של התופעה.
- שימוש במידע לצורך פתרון בעיות וקבלת החלטות.
- שימוש במיומנות של חשיבה ביקורתית (במקרה זה, הערכת מידת הדיוק של תצפית).

הבנה פעילה

ככלל, ההבנה בהוראת המדעים המסורתית כרוכה בידיעת הגדרה פשוטה. הבנה פעילה מחייבת את התלמידים לדברים הבאים:

1. בניית המושגים ויחסי הגומלין העומדים מאחורי הגדרות פשוטות.

הבנת המושג של מערכת אקולוגית על ידי התלמידים. תשובות כאלה מצביעות על כך שתלמידים מסוגלים ליישם את המושג בצורה קונסטרוקטיבית במצב חדש ולהסביר את השלכותיו. הדבר מדגים את הבנתו של מושג מפתח מדעי. שימו לב לכך שבדומה לדוגמה העוסקת בכלבי הערבה והחמוסים, המושג "מערכת אקולוגית" אינו מופיע בדוגמה (Massachusetts Department of Education, 1989).

הנה דוגמה נוספת המיועדת לכיתה ד', הבודחת הבנה פעילה של תלמידים בנושא מוליכות - מושג מפתח בפיזיקה (הדוגמה הותאמה מפריט שתואר בפרסום של מחלקת החינוך של מסצ'וסטס; Massachusetts Department of Education, 1989).

מסיבות שונות, חפצים עשויים לעתים קרובות מיותר מחומר אחד. ניח שהתבקשתם לבנות מחבת לטיגון משני חומרים שונים. באילו חומרים תשתמשו? מדוע בחרתם בחומרים הללו?

חומר 1 : מדוע?

חומר 2 : מדוע?

התלמידים מבטאים את הבנתם בנושא מוליכות באמצעות הסבר מדוע מתכת היא חומר טוב לגוף המחבת, בשעה שעץ או פלסטיק טובים לידית. הסברים כאלה אמורים להבהיר את הקשר שבין החומרים הללו לבין העברת חום. דוגמה שיש עמה אתגר רב יותר בעבור תלמידי כיתה ו' מתייחסת לתהליך הייחודי יותר של פוטוסינתזה (Massachusetts Department of Education, 1989).

עץ קטן נשתל באדמת מרעה. אחרי עשרים שנה הוא הפך לעץ גדול, השוקל 250 ק"ג יותר ממשקלו בעת שתילתו. כתבו פסקה המתאימה לספר לימוד מדעי, אשר מסביר מניין באו 250 ק"ג הנוספים.

לסיכום, כל אחד מפריטי מבחן אלה משיג את המטרות הבאות:

- מספק לתלמידים דוגמאות חדשות שעליהן ניתן להחיל מושג מדעי בסיסי.
- מבקש מהם להציג את היישום החדש באמצעות הסבר מדוע בחרו להדגיש נקודה זו או אחרת במענה לשאלה.
- מעודד תגובות של תלמידים בעזרת שאלות נאותות, מבלי להזכיר ישירות את המושגים הללו.

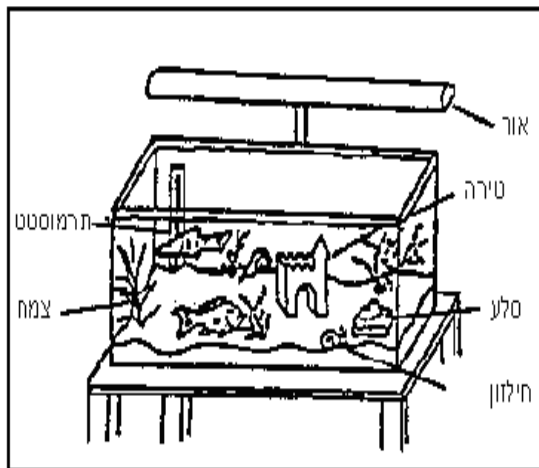
כדי להתאמן, ייתכן שתצרו לבנות פריט מבחן הערכה פתוח המתאים לרמה של כיתתכם. הפריט עשוי להניב גילויים דומים לגבי הבנת התלמידים

שימו לב גם לדרך שבה התלמיד מחזק את הקשר שבין סיכון לבין אפשרות של הכחדה ("ואם כולם ימותו, הם יוכחדו"). בנוסף, התשובה חושפת חשש מפני אסון אפשרי שעלול להתרחש ("ואז אף פעם לא יהיו חמוסים אחרים").

נראה שבנוסף להבנת משמעותם של סיכון והכחדה והקשר שביניהם, התלמיד גם מסוגל ליישם את המושגים הללו באופן פעיל במצב חדש ולהסיק מסקנות. שימו לב למידה שבה חשוב לשאול תלמידים מדוע הם חושבים כפי שהם חושבים.

הוראה המכוונת להבנה פעילה מהווה אתגר בעבור תלמידים ומנחה אותם ליצור קשר נאות בין רעיונות. קשר כזה מניב הבנה בסיסית של מושג מפתח כמו זה של מין הנתון בסכנת הכחדה. ניתן להגיע לכך בשיטת תאור מקרה המציגה מבחר דוגמאות. תלמידים מתעמקים בכל דוגמה, כך שיוכלו להסיק מסקנות לגבי החלת המושג החדש על הדוגמאות הללו. מנגד, אפשר להציב מקרים שבהם לא ניתן ליישם את המושג הנלמד. גירוי מצד מורים המציגים שאלות בעלות אתגר כדי להנחות את התהליכים הללו אופייני לכיתות המכוונות להבנה פעילה. פעילויות כאלה עשויות לכלול צד מעשי, להיות מלוות בקריאה או להיות שילוב של שניהם.

הבה נתבונן בשלוש דוגמאות נוספות של פריטי מבחן שנבנו לשם הערכה של הבנה פעילה. תרשים 1 הוא דוגמה המיועדת לכיתה ד', שאמורה להעריך את עומק ההבנה הפעילה שיש לתלמידים לגבי המושג של מערכת אקולוגית.



תרשים 1:
כלי הערכה מדעי לכיתה ד'

התשובות הטובות ביותר של תלמידים מבחינות בין רכיבים החיוניים להישרדותם והתפתחותם של הדגים באקווריום, לבין אלה שאינם קשורים לכך, אם כי ייתכן שהם בעלי עניין בעבור בני אדם הצופים בו (כמו המבצר). הבחנה זאת חושפת את

או שאפשר להגן על החמוסים מפני בעלי חיים שהורגים אותם כך שיותר חמוסים ישרדו, והם יאכלו יותר ויותר כלבי ערבה. דבר זה יפתור את בעיותיהם של החוואים, והם לא יאלצו להרוג כלבי ערבה. או שיוכלו למצוא דרך אחרת כלשהי למנוע מכלבי הערבה לאכול את היבולים.

אני לא בטוחה שמהו מהדברים האלה יעבוד. אולי החמוסים לא ירצו לאכול דברים אחרים מלבד כלבי הערבה. מנין לנו לדעת שהם ירצו לעשות זאת? ואם יהיו יותר חמוסים, והם יאכלו יותר ויותר כלבי הערבה, זה יכול לעזור לאיכרים לזמן מה, אבל מה יהיה אחר כך? אם יהיו יותר חמוסים, הם עלולים לאכול את כל כלבי הערבה, ואז לא יישאר להם שום מזון. ואיך אפשר להרחיק את כלבי הערבה מהיבולים? שמעתי שהם חופרים בקרקע, כך שגדרות לא יעזרו. הם פשוט ייכנסו מלמטה. אולי האיכרים צריכים לעבור משם ופשוט להותיר את כלבי הערבה ואת החמוסים לנפשם.

קל לראות שמדובר בתשובה המציגה אסטרטגיות טובות של פתרון בעיות. הנה כמה מן הדברים החשובים שנוכל להבחין בהם:

- התלמידה עושה שימוש במידע שכבר יש ברשותה על החמוסים, כלבי הערבה ובעלי חיים בכלל.
- התלמידה משתמשת בידע זה כדי להציע כמה פתרונות אפשריים.
- התלמידה מעלה שאלות משמעותיות לגבי יעילותם של הפתרונות האפשריים הללו.

ייתכן שתמצאו לציין היכן בדיוק בתוך התשובה מופיעות הנקודות המשמעותיות הללו (כפי שעשינו בניתוח תשובת התלמיד לפריט ההערכה הראשון). כדי להביא את התלמידים למיומנות בפתרון בעיות (וקבלת החלטות), יש לסייע להם במפורש להתייחס לנקודות הללו; יש להביאם להרהר באורח מטה-קוגניטיבי באופן שבו הם עושים זאת, ולספק די הזדמנויות להתאמן בפתרון בעיות בדרך זו תוך מתן דוגמאות מעניינות. המורה למדעים ניצב מול אתגר: עליו לבנות בעיות מרתקות וליצור בכיתה סביבה פתוחה שבה יוכלו התלמידים להתמודד עם הבעיות הללו כשהם מונחים על ידי אסטרטגיה ארגונית זו (Swartz and Perkins, 1990; Swartz and Parks, 1994).

אתגר דומה טמון בבניית דוגמאות שבעזרתן אפשר להעריך את רמת ההתמודדות הפעילה של תלמידים עם בעיות. סוגיות המתאימות לתכלית זו הן:

- סוגיות שאינן מאפשרות פתרון פשוט או פתרון שניתן להגיע אליו באמצעות חישוב פשוט; אלה אמורות להיות בעיות אותנטיות,

את אחד ממושגי היסוד הבאים: שרשרות מזון, כוח משיכה, הולכת חום, תורת הבנייה של לוחות, גלקסיות, טורף, חילופי חום, נוגדנים, סימביוזה, שינויים במצב צבירה או מערכת ביולוגית.

פתרון בעיות וקבלת החלטות

הבה נשוב אל הערכת תפיסתם של התלמידים את המושג מין בסכנת הכחדה. באורח אידיאלי, נרצה שהבנתם לא תצטמצם למשמעות של סכנת הכחדה של מין. אנו נרצה שיבינו גם כי הידיעה שמין מסוים נמצא בסכנה משמשת בעבורנו הן אזהרה והן הזדמנות לנסות לעשות מעשים שימנעו את ההכחדה ויחזירו את המין לקיום משגשג. לכך יש להוסיף הבנה מדוע רצוי למנוע הכחדת מינים, וכיצד אפשר להיענות לצרכים אנושיים מבלי לאיים על בעלי חיים וצמחים בהכחדה. פריט המבחן השני על החמוסים מעורר תלמידים לעסוק בפתרון בעיות בהקשרים אלה.



בפתרון בעיות במדע, אנו מעוניינים שהתלמידים ישתמשו בידע שלהם כדי לבנות פתרונות אפשריים לבעיות ולהחליט באם הפתרונות הללו יעבדו בשטח. בעשותם כך, התלמידים צריכים לחשוב היטב בטרם יחליטו מהו הפתרון הטוב ביותר. ניבוי השלכותיו של הפתרון המוצע, המבוסס על מידע אמין, חיוני לכך שהדבר ייעשה על הצד הטוב ביותר. הצגת תהליכים קונסטרוקטיביים ומבארים אלה, בשעה שתלמידים מתמודדים עם בעיה, תוכל להנחות אותנו בהפקת פריט מבחן הדומה לפריט המבחן השני על החמוסים. הבה נתייחס לתשובה של תלמידה מסוימת על פריט זה. מה אנו לומדים מכך על מיומנויותיה של התלמידה בתחום פתרון בעיות?

אני מניחה שיוכלו להעביר את כל החמוסים למקום אחר ולהאכיל אותם במשהו שונה, בזמן שהם ממשיכים להרוג את כלבי הערבה.

דברים נופל בתחום של ניתוח מידע. כדי ללמד תלמידים להצליח בכך, עלינו לסייע להם לבסס את הסיווג על קווי דמיון ושוני משמעותיים בין הדברים המסווגים. פריט ההערכה העוסק בהרגלי האכילה של חמוסים שחורי הרגליים אמור להעריך את מיומנות איסוף הנתונים ובייחוד לקבוע את אמינות התצפית ואת דיוקה. ישנן כמובן מיומנויות אחרות הנופלות לתוך הקטגוריות הללו (לרשימה מקיפה יותר ראו: Swartz and Perkins, 1990, Swartz and Parks, 1994, and Schraer and Stolze, 1988).



אחד הדברים החשובים ביותר שאנו רוצים להקנות לתלמידים בשיעורי מדע הוא איסוף מידע זהיר וקפדני מתוך תצפיות שערכו. תרגול בעריכת תצפיות אינו מספיק. על התלמידים ללמוד להבדיל בין תצפיות מדויקות ומהימנות לבין תצפיות שאינן כאלה. מיומנות מרכזית זו של חשיבה ביקורתית היא כללית; לדוגמה, היא שימושית גם בהערכת דיווחיהם של עדי ראייה באירועים היסטוריים. לכן, כשנעלה בדמיונו תלמיד המנסה לקבוע האם תצפיתו מהימנה או לא, נרצה שהתלמיד יחשוב על דברים כגון אלה:

- תנאי התצפית, שימוש בכלים המגבירים את ערך התצפית, הידע שיש לצופה לגבי אובייקט התצפית.
- ציפיותיו של עורך התצפית, כמו גם כמה גורמים אחרים העשויים להשפיע על דיוקו של דוח תצפית.

פריט הערכה שלישי, העוסק בהרגלי האכילה של החמוסים, הוא דרך טבעית לנסות לחשוף את הבנת התלמידים לגבי גורמים המשפיעים על דיוק תצפית. הביצוע כאן הוא פיתוח ושכלול תכנית מטרתה לחזור עם דיווחי תצפית מדויקים. להלן

הדומות לבעיות שעמן אנו מתמודדים בעולם הממשי; בעיות שפתרון הנאות מחייב תובנה מדעית.

- סוגיות הדורשות מן התלמידים להשתמש במידע שכבר מצוי בידם.
- סוגיות המחייבות את התלמידים לבחון מספר פתרונות אפשריים.
- סוגיות המעודדות את התלמידים לתהות על הישימות של כמה מן הפתרונות הללו, ואף לקבלם או לדחותם בשל מה שכבר ידוע להם.

שימו לב לאופן שבו האסטרטגיות המיושמות בפריט השני של המבחן העוסק בחמוסים ממלאות אחר כל הדרישות הללו. תלמידים נשאלים מה עליהם לעשות כדי לשקול היטב פתרונות אפשריים. לאחר מכן, הם נשאלים אילו גורמים עליהם לקחת בחשבון כדי לבחור בפתרון הטוב ביותר. הדבר מעורר אותם להציג שאלות חשובות לגבי הישימות של פתרונותיהם. בסופו של דבר, הם נשאלים האם יש משהו שהם כבר יודעים העשוי להשפיע על יעילותם של הפתרונות הללו. זהו כלי הערכה ישיר, האמור לבדוק את מודעותם לרלוונטיות של המידע שהם רכשו לגבי כלבי הערבה והחמוסים. לבסוף, זוהי בפירוש בעיה אותנטית, אך ברור שאינה מאפשרת פתרון פשוט.

כדי להתאמן, ייתכן שתמצאו לבנות כלי הערכה המחייב את התלמידים להשתמש באסטרטגיה זו של פתרון בעיות באחד מן הנושאים הבאים: הזזת חפצים בעזרת מכונות פשוטות, זיהום, תרגול למען תכלית מסוימת, התיישבות בכוכב לכת אחר, הגנה מפני פגעי מזג האוויר, חקלאות ימית, הקמת מערכת אקולוגית פעילה או נסיעה למקום מרוחק שיש להגיע אליו תוך פרק זמן מוגדר.

מיומנויות חשיבה ביקורתית

מאפיין מכריע של פתרון בעיות וקבלת החלטות במדע טמון בשיפוט ביקורתי לגבי מידת התאמתם של פתרונות ואפשרות קיומן של חלופות. הדבר מחייב שימוש במגוון מיומנויות חשיבה ביקורתית. מיומנויות אלה חיוניות לחשיבה על הצלת חמוסים, כשם שהן חיוניות לעריכת ניסוי מעבדה או בניית אקווריום. חלק מן המיומנויות הללו - כמו היכולת לשפוט כהלכה את תוצאותיהן של החלופות שאותן בחרנו (ניבוי) - הן כלליות ומאפשרות יישום נרחב מחוץ לתחום המדע. אחרות מתקיימות רק בהקשר מדעי ובתוך הנהלים המשמשים במדע, כמו הבנת העיקרון של בקרת משתנים. מיומנויות אלה מתחלקות לשלוש קטגוריות בסיסיות: איסוף נתונים, ניתוח מידע והסקת מסקנות.

הניבוי, למשל, נופל בתחום של הסקת מסקנות. כדי ללמד את התלמידים להצליח בכך, עלינו לעזור להם לבסס את ניבוייהם על עדות מהימנה. סיווג

4. "העולם הלא ייאמן של נאות המדבר במעמקי הים", רוברט בָּלָרד ו-ג' פרדריק גֶרְסִי, מתוך "נשיונל גיאוגרפיק", נובמבר 1979. "Incredible World of Deep Sea Oases" by Robert Ballard and J. Frederick Grassie, *National Geographic Magazine*, November 1979.

נניח שהתברר לכם שאחד מן המחברים הללו היה חוקר אשר ירד לקרקעית האוקיינוס בצוללת. מה זה אומר לגבי היותו מקור מידע טוב? מדוע? האם יש משהו הקשור בפריטים אלה שיגרום לכם לראות אחדים מהם כמהימנים יותר מן האחרים? מהו? אילו שאלות אחרות תרצו לשאול לגבי המקורות הללו בטרם תחליטו אילו מהם מהימנים?

הנה דוגמה נוספת של שאלה פתוחה המיועדת לכיתות ה', העשויה לסייע לנו לקבוע האם תלמידים רכשו את המיומנויות הקשורות לצורך בבקרת משתנים בעריכת השוואות מדעיות. זוהי מיומנות הקשורה בחשיבה ביקורתית התלויה בתכנים (Massachusetts Department of Education, 1989).

אדם רוצה לקבוע איזה משני מסירי כתמים יעיל יותר. תארו בפרוטרוט ניסוי שהוא עשוי לערוך במטרה לגלות איזה מסיר כתמים מתאים יותר להסרת כתמים מבד. היינו רוצים שהתלמידים יספקו תשובות כגון אלה:

- עלינו להשתמש בכמויות זהות של מסיר הכתמים.
- עלינו לוודא שמדובר באותו סוג של בד.
- שני הכתמים צריכים להיות דומים ככל האפשר (אותו סוג של כתם).

בקרת משתנים היא מושג שאינו קשה לתפיסה, אך תלמידים מסוימים מתקשים בכך. אפשר לבנות דוגמה דומה תוך שימוש בפרסומות המוכרות היטב של אבקות כביסה. מה תרצו לדעת על נסיבות הניסוי כדי שתוכלו לומר שהאבקה השנייה אכן מבטיחה בגדים לבנים יותר? התשובות שנרצה לקבל מתלמידים כוללות: שימוש באותה מכונת כביסה, אותה מהירות של כביסה, חום מים זהה וכמות זהה של אבקת כביסה.

כדי להתאמן, ייתכן שתצטוו לבנות דוגמאות שבעזרתן תוכלו להעריך את המיומנויות הבאות של חשיבה ביקורתית בקרב תלמידים:

- **דיוק התצפית:** דיווחים על תוצאות מעבדה, דיווחים על תכנית תרגול או על תוצאות של רעידת אדמה.

תשובה על השאלה מפי תלמיד שלמד לעשות זאת היטב.

אני לא אצא ואסתובב סתם. אדאג להיות מספיק קרוב לחמוסים כדי לראות מה הם אוכלים (אולי אביא משקפת). אני גם אדאג לראות כמה תמונות של בעלי החיים השונים בסביבה כדי שאוכל לזהות נכון את אלה שהחמוסים אוכלים. אולי גם ארשום דברים תוך כדי התצפית במקום לעשות זאת אחר כך, כדי לא לשכוח. פירוש הדבר שאצטרך להביא אתי נייר ועיפרון. ומישהו צריך לבוא אתי כדי שנוכל להשוות את הדברים שאנחנו רואים. ואז, אם אגיד לאנשים שזה מה שעשיתי, הם יחשבו שהתצפיות שלי הן ממש טובות.

קל מאוד לראות שזו תשובה מצוינת. לעומת זאת, התלמיד שפשוט אמר: "אלך לשם ואסתכל על דברים" אינו מצטיין ביותר במיומנות זו.

הוראתה של מיומנות זו של חשיבה ביקורתית כרוכה בסיוע לתלמידים לפתח את הבנת הדברים שהופכים תצפית למהימנה; זאת באמצעות דוגמאות רבות אתגר ופיתוח רשימת בקרה המבוססת על הבנות משותפות משל עצמם (Swartz and Perkins, 1990, Swartz and Parks, 1994). הוראתה של מיומנות זו אינה קשה, אך היא מחייבת תרגול מוגדר, שיאפשר לתלמידים לגלות רגישות לאמות מידה אלה של שיפוט נכון לגבי דיווחי תצפית (אמות מידה אלה יהיו בסיס לכל גיליון ציונים שמורה עשוי לפתח, כדי לשפר את יכולתו להעריך עד כמה התלמידים שולטים במיומנות זו).

אפשר לבנות פריטי מבחן דומים, המגלים כיצד תלמידים חושבים על מהימנותם של טקסטים כתובים כמקור למידע מדויק; זוהי מיומנות כללית נוספת של חשיבה ביקורתית. הנה דוגמה הלקוחה מתוך הנחיות לפעילות בקשר למחקר ספרייה (Berman et al., 1989).

רנדי התעניין בקרקעית האוקיינוסים, ותהה כיצד יוכל להשיג מידע מדויק בנושא. הוא הלך לספרייה והוציא המון פריטים שהופיעו תחת הכותרת "אוקיינוסים". הנה כמה מהם:

1. "הגבול החדש של האדם", מאת לואיס מָרְדֵן, מתוך "נשיונל גיאוגרפיק", אפריל 1987. "Man's New Frontier" by Luis Marden, *National Geographic Magazine*, April 1987.
2. "מסתורי האוקיינוס", מאת פטריק הרינגטון, מתוך "כתב-העת לילדים", ינואר 1988. "Mysteries of the Ocean" by Patrick Harrington, *Magazine for Children*, January 1988.
3. "המפלצות שמתחת לים", מתוך **הסיפורים הגדולים של מדע בדיוני**, 1955. "Monsters Under the Sea", *Great Science Fiction Stories*, 1995.

מידע במצבים של פתרון בעיות ויכולתם לשיפוט ביקורתי מבחין, החיוניים לפתרון יעיל של בעיות. ניתוח הביצועים הללו, כפי שנעשה כאן, עשוי להעשיר את הבנתנו לגבי תהליכים עמוקים יותר החשובים בהוראת המדעים. תרגמה מאנגלית: טליה דאי

• **מהימנות של מקורות משניים:** מידע מטקסטים ישנים, עיתונים או כתבי עת מדעיים.

אלה, אם כן, שלושה סוגים של פריטי ביצוע בעל-פה, המסייעים לנו להעריך הבנה פעילה של תלמידים לגבי מושגים בסיסיים במדע, יכולתם לנצל

מראי מקום

Barman, C., et al. (1989). *Addison Wesley Science*. Menlo Park, Calif.: Addison Wesley.

Massachusetts Department of Education. (1989). *On Their Own: Student Response to Open-Ended Tests in Science*. Quincy: Massachusetts Department of Education.

Schraer, R. and J. Stolze. (1988). "Critical and Creative Thinking", In *Biology: The Study of Life. Teacher's Resource Book*. Newton, Mass.: Allyn and Bacon.

Swartz, R., and S. Parks. (1994). *Infusing Critical and Creative Thinking into Content Instruction: A Lesson Design Handbook for the Elementary Grades*. Pacific Grove, Calif.: Critical Thinking Press and Software.

Swartz, R., and D.N.Perkins. (1990) *Teaching Thinking: Issues and Approaches*, rev. ed. Pacific Grove, Calif.: Critical Thinking Press and Software.