

פרק 5

עיקרון שני

הבניית למידה סביב מושגי יסוד: חיפוש העיקר

הבניית תוכנית הלימודים סביב מושגי יסוד היא מימד חשוב ביותר של הפדגוגיה הקונסטרוקטיביסטית. מורים קונסטרוקטיביסטיים המעצבים תוכנית לימודים מארגנים מידע סביב אשכולות מושגיים של בעיות, של שאלות, ושל פערים, מפני שעניינם של התלמידים מתעורר במיוחד כאשר בעיות או רעיונות מוצגים כמכלול ולא בחלקים נפרדים ומבודדים. על פי רוב, החינוך המסורתי מפרק שלמים לחלקים ואז מתמקד בנפרד בכל חלק. אולם תלמידים רבים אינם מסוגלים לבנות מושגים ומיומנויות "מן החלק אל השלם". תלמידים אלה בדרך כלל מפסיקים לנסות ולראות את השלם לפני שכל החלקים מוצגים לפנייהם, ומתמקדים בהיבטים החלקיים והניתנים לשינון של יחידות רחבות, בלי ליצור לעצמם לעולם את התמונה בגדול. חשבו למשל על הרכבת אופניים. הקופסה מכילה הוראות מדויקות, אולם רובנו ממשיכים להתייחס כל הזמן לתמונת האופניים שעל הקופסה. אנו צריכים לראות את ה"שלם" לפני שאנו מסוגלים למצוא מובן בחלקים.

"שיטת הלמידה לשם שליטה" (Chicago Mastery Learning System) שכבר יצאה מכלל שימוש, מציגה קריאה כבערך 300 מיומנויות נפרדות שיש לשלוט בהן בסדר עוקב. לרוב המיומנויות התלוו מבחני ביצוע משלהן. תלמידים עבדו ברציפות על כל מיומנות עד ששלטו בה. במערכים

מעין אלה, העצים מסתירים את היער, וכל מיומנות נפרדת הופכת לשלם בפני עצמו שיש לרכוש בו שליטה. יש תלמידים המסוגלים לשלוט במיומנויות קריאה בלי להיות קוראים מיומנים מאוד, בעוד שיש קוראים מוכשרים המתקשים ברכישת מיומנויות נפרדות. במלים אחרות, גישת "מן החלק אל השלם" לא בהכרח מנבאת הצלחה של תלמיד.

לעומת זאת, כאשר מושגים מוצגים בשלמותם, התלמידים מנסים לתת משמעות לדברים באמצעות פירוק השלם לחלקים שהם יכולים לראות ולהבין. תלמידים יוזמים תהליך זה כדי לתת מובן למידע. הם בונים בעצמם את התהליך ואת ההבנה יותר מאשר נותנים לדברים להיעשות בשבילם. בפעילויות קוריקולריות המאושכלות סביב מושגים רחבים, תלמידים יכולים לבחור גישות ייחודיות לפתירת בעיות ולהשתמש בהן כקשר קפיצה לבניית הבנות חדשות. בקורס בלימודי החברה בבית-ספר תיכון, למשל, המורה הרכיב יחידה בנושא "קונפליקטים" סביב שלוש מערכות שכוחות אמריקניים היו מעורבים בהן: מלחמת העצמאות, מלחמת האזרחים ומלחמת העולם השנייה. המורה כתב על הלוח את שמות שלוש המלחמות, ואז ביקש מהתלמידים לחשוב מה כבר ידוע להם על המלחמות האלה, לבחור שתיים מהן, ולהשוות ביניהן בדרך של תיאור קווי הדמיון והשוני ביניהן.

במקום להציג לתלמידים פרטי ידע עובדתי על כל אחת משלוש המלחמות, המורה בחר פעילות שעודדה את התלמידים לחשוב, לנתח, להשוות ולהנגיד. הוא יצר סביבה שמאפשרת לתלמידים ללמוד עובדות זה מזה ומספר הלימוד, תוך כדי שהם בונים הבנות מושגיות חדשות לגבי נושא היחידה. אחד התלמידים תפס את מלחמת העצמאות ואת מלחמת האזרחים כמלחמות שמטרתן היתה החירות, בעוד שמלחמת העולם השנייה היתה לדעתו מלחמה שמטרתה הגנה על החירות. תלמיד אחר הבחין בין מלחמת האזרחים לבין שתי המלחמות האחרות על סמך התמקדות בלאומיותם של החיילים: במלחמת האזרחים נלחמו אלה נגד אלה אמריקאים. תלמידה אחר דיווחה שצבעי המדים שלבשו החיילים במלחמת העצמאות ובמלחמת העולם השנייה היו שונים. קודם חשבה שצבעי המדים בשתי המלחמות היו אותם הצבעים, היות ששמה לב לכך שבמשך הזמן שחלף שינו את צורתו של הדגל, אך לא את צבעיו.

כל שלושת התלמידים נענו למטלה, אולם האם התשובות שנתנו הן דוגמאות לשבבי מידע, או שהן דוגמאות לבנייה של ידע חדש? הבעות

הפנים של התלמידים, גווי הקול המופתעים וההפוגות שזקקו להן תוך כדי ביצוע המטלה, מלמדים שהיו אלה בניו הבנה. אמנם, ניתן היה "לכסות" את החומר גם בהרצאה, אולם אז ההבנות החדשות היו רחוקות מלהיות הבנות "אהה". סביר להניח שהיו הופכות לשבבי מידע חדשים המצטרפים לשרשרת ארוכה של שבבים שנמסרו בדרך דומה בעבר.

אשכולות של מושגים

הבה נבחן בקצרה שתי גישות נוספות להבניית תוכנית הלימודים סביב מושגי יסוד. ראשית, "המרכז הלאומי לשיפור החינוך המדעי", לאחר בדיקה מדוקדקת של מרכיבים חשובים בחינוך המדעי לבני-נוער, פרסם רשימה של "נושאים מושגיים": סיבה ותוצאה, שינוי ושימור, גיוון ושוניות, אנרגיה וחומר, אבולוציה ואיזון, מודלים ותיאוריות, הסתברות וניבוי, מבנה ופונקציה, מערכות ופעילות גומלין, זמן וקנה מידה (Bybee et al., 1989). נושאים אלה מייצגים את מה שהוא העיקר בעיניו של המרכז לשיפור החינוך המדעי - "הרעיונות הגדולים" של המדע.

דוגמא נוספת; מלכיר (Melchior, 1992), מנהל חטיבת ביניים בלונג איילנד, דן בהבניית תוכנית הלימודים סביב מושגים ש"מדברים" אל מחשבתם של התלמידים. הוא מכנה מצבים אלה "קונפליקטים קוטביים" ומזמין תלמידים לחשוב עליהם ולתת דעתם ליחסים ביניהם. רשימת המושגים כוללת: אי-תלות / תלות; הדדיות / תלות; אימפולסיביות / רפלקסיה; יחיד / קבוצה; פנטסיה / ריאליזם; חופש / אחריות; ריאקציה / פרואקציה; אטימות / רגישות; כאוס (תוהו ובוהו) / קוסמוס (סדר); אובייקטיבי / סובייקטיבי; וסטטי / דינמי. מורים בוחרים אחד או אחדים מבין קונפליקטים אלה ומשתמשים בהם כאשר הם חוקרים את תוכנית הלימודים. מורה לאנגלית בכיתה ח', למשל, השתמשה בדיכוטומיה פנטסיה/ריאליזם כדי לרתק את התלמידים לדיון בסיפורו של אדגר אלן פו "The Tell Tale Heart", בעוד שמורה לחינוך גופני בחר בדיכוטומיה אימפולסיביות/רפלקסיה כדי ליזום דיונים על ספורטיביות. קונפליקטים קוטביים אלה ניתנים להחלה בכל מקצועות הלימוד, ומשמשים בבחינת "רעיונות גדולים", שסביבם נארגים נושאים בעלי תוכן ספציפי. מערך זה מזמן לתלמידים הזדמנויות לשנות מבחינה מבנית את החשיבה שלהם על

התופעות סביבם. העובדות הנלוות לנושאים נעשות יותר רלוונטיות לתלמידים כאשר דעתם נתונה לחשיבה על המושגים הרחבים.

לומדים בני כל הגילים נמשכים ביותר למושגים המוצגים על ידי המורה ואז נבנים על ידי הלומד "מן השלם אל החלק", יותר מאשר "מן החלק אל השלם". רצוי, למשל, להרשות לכותבים מתחילים להמציא כתיב משלהם, לתת את מה שכתבו לקריאה של אחרים ולקרוא בעצמם קריאה חוזרת, יותר מאשר להורות את כללי הדקדוק והכתיב התקניים ואז לבקש מהתלמידים לשלב את המיומנויות בכתיבת חיבור קצר. בעיות המובנות סביב "רעיונות גדולים" מספקות הקשר שבמסגרתו משתלמים התלמידים במיומנויות ספציפיות, מלקטים מידע ובונים ידע. ניסיונות לליניארציה של תהליך עיצוב המושגים חונקים את תהליך הלמידה.

מי אחראי על הלמידה?

כולנו אחראים ללמידה שלנו. אחריותם של המורים היא ליצור סביבות חינוכיות שיאפשרו לתלמידים לטול על עצמם את האחריות, שהינה שלהם ממילא, בזכות ובאופן טבעי. מורים יכולים לעשות זאת בכך שיעודדו יוזמות חקר של תלמידים, יספקו את החומרים והציוד החולמים למטלות הלמידה, ויתווכו ברגישות בפעילויות הגומלין בין מורים לתלמידים ובין התלמידים עצמם. אולם המורה אינו יכול לקבל אחריות בלעדית על הלמידה של התלמיד.

במחקר שנערך לאחרונה בקרב סטודנטים באוניברסיטה גדולה, דיווחו המשתתפים כי תחומי הצמיחה המועטה ביותר שלהם היו "שינוי השקפות", "כתיבה" ו"יכולת במתמטיקה" (Ludwig, 1992, p. 24). התחומים שהתפתחו ביותר על פי דיווחיהם היו "מפגש עם אנשים חדשים ושונים", "קבלת החלטות עצמאית", "מנהיגות" ו"ביטחון חברתי". אף שההבדלים נראו מפתיעים בתחילה, האמת היא שהם צפויים למדי. החיים במעונות הסטודנטים מחייבים בנייה של תפקיד חדש בסדר חברתי חדש של שינה משותפת. הסביבה דורשת עצמאות. היות שהסטודנטים עצמם הם האחראים על התברות שלהם, הם בוגרים בתחום זה. אולם בתחומים אקדמיים מסורתיים, המורה הוא שקובע מה יילמד, כיצד ובאיזה קצב. הלומד, במידה רבה, מאבד שליטה. כאשר האחריות מונחת על כתפיו של מישהו אחר, קטנה הצמיחה האישית.

"פחות זה יותר" הוא הרעיון המרכזי המונח בתשתית מדע לכל אמריקאי (Science for All Americans, AAAS, 1989). חשוב שהמורים יכירו רעיון זה לעומקו. הוא מעודד בדרך פרובוקטיבית ארגון מחדש של מושגים ושל מידע. מורים יכולים לשפר סיכויי למידה של תלמידים באמצעות הפחתה של מספר העובדות ושבי המידע שהם דורשים מהתלמידים "לכסות". תוך שימוש במחשבות וברעיונות סביב מושגי יסוד, שמורים יכולים לברור מתוך ניסיונם האישי, אפשר לספק לתלמידים חומרים ושאלות שינחו אותם לקראת הכרת המושגים שלהם. לחץ שתי דוגמאות מפורטות לתוכניות לימודים שעוצבו סביב כמה "רעיונות גדולים": הנושאים המושגיים "סיווג" ו"חלל חיובי וחלל שלילי".

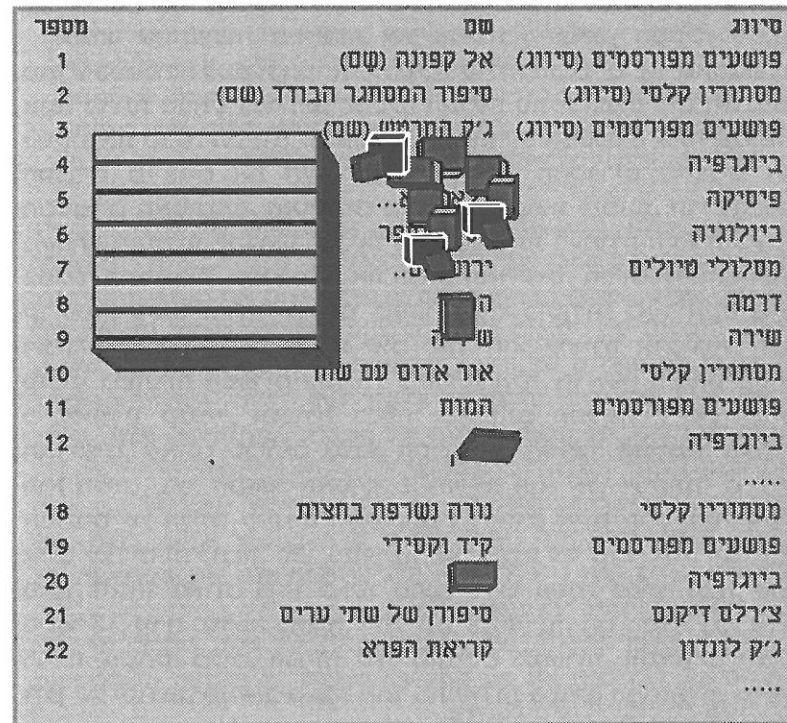
נושא מושגי: סיווג

בכנס שהתקיים לפני מספר שנים, למדנו על פעילות שעיצב ראלף אדמס לקורס הכימיה שלו בבית-הספר התיכון ורנון-ורונה-שריל שבמדינת ניו יורק. התאמנו פעילות זו כך שתדגים את העקרונות המנחים של הגישה הקונסטרוקטיביסטית, והשתמשנו בה בתוכניות הכנה למורים ברמת המכללה ובסדנאות השתלמות למורים בחטיבה העליונה.

במהלך הפעילות, קבוצות קטנות של משתתפים בוחנים רשימה של 95 כותרי ספרים - לכל ספר סיווג, שם ומספר סודר - ומסדרים את הספרים על כוננית בעלת שבעה מדפים, שעל כל מדף בה יש מקום לשלושים ושניים ספרים, לפי מערך נתון של כללים (ראו דוגמא בתרשים 5.1).

הכללים בפעילות זו הם: (1) על הספרים להיות מקובצים אנכית על פי השמות הסיווגיים שלהם; ו- (2) על הספרים להיות מונחים על המדפים בסדר עוקב אופקית (משמאל לימין). התלמידים מתחילים לעבוד במהירות, מבררים שוב ושוב את ההוראות עם המורה או עם הסייע, ואז מגלים שהמטלה אינה כה קלה כפי שנראתה להם בתחילה. הקבוצות עובדות באופן עצמאי למעלה משעה.

תרשים 5.1



כמה קבוצות גוזרות לרצועות את חמשת העמודים של כותרי הספרים, ועובדות על רצועות אלה תוך פרישתם על השולחנות ועל הרצפה. קבוצות אחרות מתמקדות במספרי הספרים, ועובדות ישירות על המדף, תוך דרישה למדפים נוספים ככל שהן חוזרות ומשנות את גישתן למטלה. קבוצות אחרות מחפשות יחסים מתמטיים בין מספרי הספרים לבין מספר הספרים בכל סיווג, ומשהות את מטלת סידור הספרים על המדפים עד שיש בידן כמה דפוסים ניתנים לניבוי. חשוב לציין כי בדרך כלל עיסוקן של הקבוצות במטלה הוא כל כך רציני, עד שהתלמידים פשוט לא מסתובבים ומשוטטים בחדר. וכאשר אחת הקבוצות משלימה את ביצוע המטלה,

האחרות אינן מבקשות את עזרתה. כל קבוצה פשוט רוצה די זמן להשלים את סידור הספרים שלה.

לאחר שהקבוצות מסיימות את פעילות הספרים, המטלה מוצגת מחדש כמטפורה לטבלה המחזורית של היסודות הכימיים. אף שהמטפורה אינה מוצגת מראש במפורש, המטלה החדשה נותנת לתלמידים הזדמנות לשקול את טבעה הסיווגי של הטבלה המחזורית. המטפורה עולה מעצמה. הספרים מייצגים את היסודות המחזוריים. המספרים מייצגים את המספרים האטומיים, והסיווגים מייצגים משפחות כימיות. הרי דוגמא: משפחת היסודות "קבוצת ערכיות 0" תופסת את העמודה הימנית ביותר בטבלה המחזורית. היא כוללת את הגזים האדישים: הליום, ניאון, ארגון, קריפטון, קסנון ורדון, שנחשבו באופן מקורי כיסודות לא-ריאקטיביים ויציבים שאינם מתרכבים עם שום יסוד אחר ליצירת תרכובות. הבה נתבונן בכותרות הספרים שקושרו ליסודות אלה. הראשון ביניהם מסווג כ"מסתורין קלסי", תזכורת כלשהי לאיכות המסתורית של הגזים האדישים, שאינם שכיחים בטבע. הספר השני, **סיפור המסתורין הבודד**, הוא הליום, בעל המספר האטומי 2. והליום הוא אכן "מסתורין בודד"; אטומים של הליום קיימים תמיד בנפרד ולעולם אינם חלק ממולקולה, אינם יוצרים תרכובות. ספר מספר 10, **אור אדום עם שחר**, הוא יסוד 10, ניאון, הזוהר באדום בחיר כאשר מועבר דרכו חשמל במתח גבוה. ספר מספר 18, **נורה נשרפת בחצות**, הוא יסוד 18, ארגון, הגז המצוי בכל נורה רגילה. משחקי מלים, הפניות לחיי היומיום ולספרות, ותיאורים יוצאי דופן של יסודות, ממשיכים לכל אחד מהיסודות בטבלה המחזורית. שיעור זה גורר בדרך כלל עניין רב מאוד בלימוד התכונות והמאפיינים של היסודות, נושא שאנשים רבים מוצאים מאיים, או רואים כבלתי-רלוונטי. ההפניות הרבות לספרות ולהיסטוריה אף גוררות "הבעות צער" של משתתפים הטוענים ש"לא קראו מספיק", אולם מביעים עניין בקריאת אחדים מהספרים.

קטע היומן הבא (Hees, 1992), מאת פרח הוראה למדעים שאך השלים את מטלת מדף הספרים, מדבר על התשוקה לדעת עוד:

המחשבה העקשנית ביותר שלי: ארבעתנו, מורי המדעים לעתיד, לא יודעים למען האמת שום דבר על תכונותיהם של היסודות. חסרה לנו היכרות בסיסית עם היסודות - איך הם נראים, איך הם מריחים, טמפרטורת החדר או המצב שלהם, שימושיהם המיוחדים בתעשייה.

התמחינו בתפעול סמלים, אולם סמלים למה? ידענו עליהם רק מעט; והמעט שידענו היה ברובו מידע מיד שנייה. לא האמנתי שמתוך 94 גושי יסודות שונים שהונחו מולי, אוכל לזהות בביטחון בין חמישה לעשרה, לא יותר. הגם שאיני כימאי, איני חושב שאני בור במקצועי. מתישהו לאורך הדרך שאנו עושים בבית-הספר עלינו לקבל את ההזדמנות להתנסות בחומר הטהור, שממנו נוצר הכול. אז, כאשר נלמד את הטבלה המחזורית, היא תהיה טבלה של יסודות, לא של סמלים.

עולה השאלה: האם הספרים בדוגמא שהבאנו אינם פשוט עוד מערך של סמלים שאנו מצפים מהתלמידים לתפעל? התלמידים מסדרים מספר גדול של ספרים, מטלה שבדרכה הצנועה נותנת להם את ההזדמנות לחזור ולסכם היבטים של ניסויים שערכו כימאים נודעים, בעודה מצרפת יחד את חוקי המחזוריים של הטבע. מבוגרים רבים שהשתתפו בפעילות זו מודים שאף שהצליחו כתלמידים לעבור את שיעורי ומבחני הכימיה, מעולם לא הבינו את טבעה הסיווגי של הטבלה המחזורית; פשוט נאמר להם לשנן אותה. כמבוגרים, בהקשר של הניסיון להבין טוב יותר את הפדגוגיה הקונסטרוקטיביסטית, הם ערכו היכרות מחודשת עם שדה הלימוד הישן, ולראשונה החלו לזהות סדר במשהו שהיה בלתי-נגיש מבחינתם קודם לכן. גילויים אלה הדגימו מבחינתם את חשיבותה של הבניית הלמידה סביב "רעיונות גדולים".

רישומי היומן הבאים (Ferrandino, 1991), של אשה צעירה, אף היא פרח הוראה, מדגימים את סוג החשיבה שפעילויות פתוחות המתמקדות ב"רעיונות גדולים" יכולים לטפח:

אני מוכרחה להודות שככל שאני מעריכה יותר את תרגיל היצירה מחדש של הטבלה המחזורית של היסודות, ככה אני מוצאת שקשה להתמסר למטלה מלכתחילה. במבט ראשון היא נראית אימתנית וחסרת תכלית (אף שהייתי אמורה לדעת יותר!). למרבה המזל, חברי לקבוצה תקפו מיד את הבעיה ושמחתי לראות אותם מתקדמים. הם החליטו לערוך רשימה של כל קטגוריה. ליד כל קטגוריה/נושא, נמנו בסדר עולה מספרי הספרים השייכים לכל קטגוריה. מהר מאוד הם החליטו לחפש "נוסחה" שעשויה לתאר את סדר הספרים בכל קטגוריה. להפתעתי, התחושה שלהם היתה נכונה, ומהר מאוד היה בידינו אמצעי לניבוי הסדר המספרי של כל קטגוריה. עדיין איני יודעת כיצד אפילו עלה בדעתם שסדר כזה עשוי

מלאת עניין, ובזמן הוסחה דעתי, מפני שהבחנתי בכך שהסדר העוקב מבוסס על הוספה של 2, 8, 18 ו-32 למספרים של ספרים קודמים כדי להגיע למספר הבא לפי הסדר. זיהיתי את הדבר כמייצג את המספר המירבי של אלקטרונים המורשים לשהות בכל קליפה של אטום. דעתי הוסחה על ידי הניסיון ליצור מחדש את הביטוי שמוליד סדרה זו, כמו גם את הסדרה שמנבאת את המספר המירבי של אלקטרונים המורשים לשהות בכל תת-קליפה.

על מנת להבין, תלמידים צריכים לחפש אחר משמעות. על מנת לחפש אחר משמעות, תלמידים צריכים לקבל הזדמנות לחשוב ולשאול שאלות. פלנרי (Flannery, 1991) מצטט את ארבור (Arbor), הטוען כי:

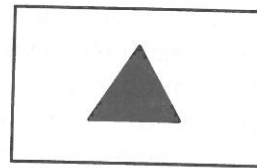
...מטפורה עשויה להיות טובה ושימושית כל עוד לא שוכחים את פגמיה. הפגמים העיקריים הם אי-הדומות בין הנושאים העיקריים לבין אלה המשניים. על אף הסכנות, פגמים אלה חשובים לתפקודן של מטפורות מפני שאלה הם הפגמים הממקמים אותן בין קווי התיחום של המחשבה המדעית, היכן שביכולתן לתרגל את כוחן הייחודי לפעול כחוליות קישור עם עולמות אחרים של ניסיון.

רוב המבוגרים יכולים לעשות את הקישור בין ספרים המסודרים על גבי מדפים בסדר שמבטא את היחסים הנושאים ביניהם, לבין יסודות המאורגנים במערך סימבולי בסדר המבטא את היחסים הכימיים ביניהם. אין צורך שהמטפורה תהיה "מושלמת" כדי להוות כלי הוראה טוב. למעשה, ככל שהלומדים מעוניינים למדוד את ה"התאמה" בין מדף הספרים והטבלה המחזורית, כן הם מרבים בשאלות חשובות ביותר על לימודי הכימיה, ומגבשים תשובות זמניות. הם לומדים שהטבלה המחזורית של היסודות היא שיטה שפותחה לשם סיווג קפדני של היסודות המרכיבים את העולם הפיסי שלנו. הם גם לומדים שטבלה זו אינה השיטה היחידה.

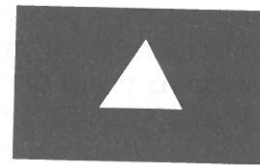
נושא מושגי: חלל חיובי וחלל שלילי

ניתן לעצב תוכניות לימודים סביב נושאים מושגיים בכל סוגי הכיתות ובכל רמות הגיל. הדוגמא הבאה לקוחה מכיתת אמנות בחטיבת הביניים. זוהי דוגמא למערך שיעורים המנוהל על ידי המורה. הכיתה היא תערובת הטרוגנית של תלמידי כיתות ז' ו-ח'. היחידה ב"רישום חלל שלילי" תוכננה כך שתשפר את יכולותיהם של התלמידים בהתבוננות וברישום עצמים תלת-ממדיים מנקודות ראות שונות. "חלל חיובי" הוא השם שניתן לחלל שנתפס על ידי העצם. "חלל שלילי" הוא השם שניתן לחלל המקיף את העצם. תרשים 5.2 מביא שני תרשימים שונים של משולש. בתמונה 1, החלל החיובי הוא האפור; בתמונה 2, החלל השלילי הוא האפור.

תרשים 5.2



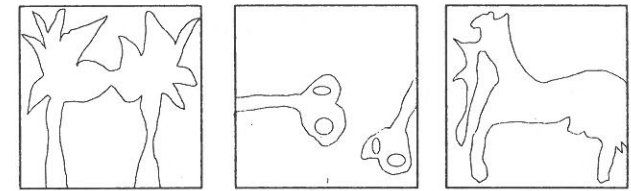
תמונה 2



תמונה 1

פעילות 1. במסגרת הפעילות הראשונה ביחידה זו, התלמידים רושמים צורות פשוטות שמגיעות עד שולי הדף. אז, הם גוזרים את החלל סביב הצורה שרשמו ומניחים אותו על דף נייר בצבע נוגד. התלמידים מגלים שניתן לרשום מחדש את הצורה הראשונה בדרך של רישום החלל השלילי. הדבר אפשרי מפני שלחללים החיובי והשלילי יש צלעות משותפות. בפעילות זו, התלמידים לא ראו את החלל השלילי לפני שרשמו אותו. המושגים "חלל חיובי" ו"חלל שלילי" נידונו ונחקרו רק לאחר שהתלמידים כבר הפיקו את התוצר. תרשים 5.3 מביא שלוש דוגמאות לעבודות של תלמידים.

תרשים 5.3



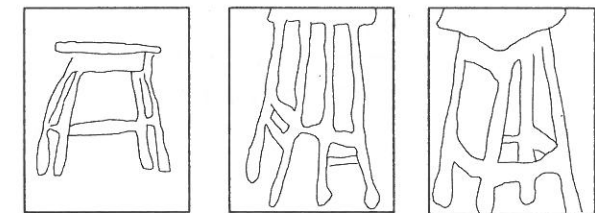
קרולין

בריאן

אנה

פעילות 2. לאחר מכן, המורה מבקש מהתלמידים להתבונן דרך כוונת בשרפרף עץ. הכוונת עשויה מחתיכת בריסטול ובו חור הצצה מלבני, בעל פרופורציות זהות לאלה של הבריסטול. התלמידים אותזים בכוונת כך שהשרפרף נוגע בשוליהן לפחות בשתי נקודות. אז הם מתבקשים לכוון את מבטיהם לחלל שלילי מסוים עד שהם יכולים להבחין בו, כפי שעשו עם הצורות הגזורות. אז, הם מתבקשים לדמיון שהשרפרף נעלם ונותר רק החלל השלילי. כאשר התלמידים רשמו את צורות החללים, העצם נרשם שלא במתכוון, אולם ביתר ניוחות, מפני שהתלמידים נתקלו רק בבעיה אחת בכל פעם - מה שראו, ולא מה ש"ידעו". הרישומים המובאים בתרשים 5.4 מציגים כמה עבודות של תלמידים.

תרשים 5.4



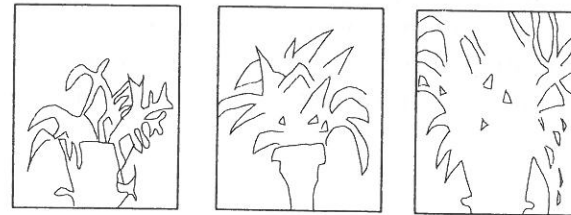
קרולין

בריאן

אנה

פעילות 3. המורה מטיל מטלה חדשה של רישום חלל שלילי. הוא מציב בכיתה עציץ ומבקש מהתלמידים להתבונן בו דרך אותה הכוונת. אחר כך הוא שב ומבקש מהתלמידים להתבונן בחללים סביב העצם עד שהם מקבלים צורה. אז, התלמידים רושמים את החללים סביב העציץ.

תרשים 5.5



קרולין

בריאן

אנה

רישומים אלה מתעדים את התקדמות התלמידים בהתבוננות בעצמים מנקודות ראות שונות, וביהוי הבדלים. השיעורים שעיצב המורה מזמינים את התלמידים להתבונן בקווי תיחום מנקודות ראות מרובות, מיומנות שרושמה ניכר בין היתר גם בדיונים בלימודי החברה, בחוקים גיאומטריים, ובתחום האמנות והעיצוב.

שתי הפעילויות הראשונות ממזערות את מספר המשתנים שעל התלמידים להביא בחשבון. במטלה הראשונה, התלמידים לא התבקשו לראות חלל שלילי. המטלה פשוט עזרה להם להבחין בין חלל שלילי וחלל חיובי. כך, הדרישה הקוגניטיבית העיקרית של השיעור היתה עניין של סיווג. בפעילות השנייה, התלמידים התמקדו בחלל שלילי, אולם הכוונת הגבילה את מורכבות המטלה בכך שהגדירה ותחמה את החלל השלילי. בפרק 4, ביקשנו ממחנכים לא למהר ולצמצם מורכבות של סוגיות מוקדם מדי. מה שונה אפוא בדוגמא שהבאנו? כאן, המורה רצה שהתלמידים יבחנו את נושא נקודות הראות מבלי שיאלצו להתמודד עם התסכולים שהם מנת חלקם של תלמידים רבים המנסים "לתפוס את המציאות" ברישום או בציור דו-ממדיים. המורה רצה להקטין עד למינימום את

מראי מקומות

- American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for All Americans*. Washington, D.C.: AAAS.
- Bybee, R., C. Buchwald, S. Crissman, D. Heil, P. Kuerbis, C. Matsumoto, and J. McInerney. (1989). *Science and Technology Education for the Elementary Years: Frameworks for Curriculum and Instruction*. Andover, Mass.: The National Center for Improving Science Education.
- Ferrandino, F. (1991). Unpublished manuscript. New York: SUNY at Stony Brook.
- Flannery, M.C. (1991). *Bitten by the Biology Bug: Essays from The American Biology Teacher*. Reston, Va.: National Association of Biology Teachers.
- Hees, B. (1992). Unpublished manuscript. New York: SUNY at Stony Brook.
- Ludwig, J. (September 1992). "Closing the Gap: Getting and Using Feedback from Students." In *Assessment at SUNY: Principles, Process, and Case Studies*. Stony Brook, N.Y.: University Faculty Senate: SUNY Central Administration.
- Melchior, T. (Summer 1992). "The Disparate Nature of Learning Or Team Teaching Is Not Enough." *Teaching Thinking and Problem Solving*. Philadelphia: Research for Better Schools 14, 3.

הערכות התלמידים ביחס ל"מיומנויות" הרישום שלהם, ולמקד את האנרגיות שלהם בגילוי מושג הפרספקטיבה. כאשר הוא כולא בכונות, מאפייניו של החלל השלילי מתקרבים לאלה של חלל חיובי. קירוב כזה עוזר לתלמידים להתחיל לראות חלל שלילי כאילו היה חלל חיובי, נקודת מבט שהמורה מצא בה תועלת בתגבור יכולות באימוץ נקודת מבט אצל תלמידי חטיבת הביניים.

פעילויות אלה דורשות ביזור הכרה קוגניטיבית בכך ששום השקפה אינה יחידה וגם אינה בהכרח זו ה"נכונה", אלא תמיד אחת מני רבות. מעניין לציין שהתלמידים שמצאו את פעילויות 2 ו-3 "משעממות" ו"לא מעניינות", היו אותם התלמידים שהפגינו יכולת ביזור מוגבלת בפעילויות אחרות. מורה חד אוזן יכול להשתמש בהערות כאלה בעיצוב פעילויות לעתיד.

הסיכוי לראות יותר

הבניית תוכנית הלימודים סביב "רעיונות גדולים" ומושגים רחבים מאפשרת לתלמידים נקודות כניסה מרובות: יש שמפתחים מעורבות ומחויבות באמצעות תגובות פרקטיות לבעיות, יש שמנתחים מטלות המבוססות על מודלים ועל עקרונות, ויש שמפרשים רעיונות מנקודות המבט הייחודיות שלהם באמצעות מטפורות ואנלוגיות. הסביבה והשימוש במושגים רחבים מזמינים כל תלמיד להשתתף, בלי קשר לסגנונות אישיים, למזגים אישיים ולנטיות אישיות.

מחויבות מצד תלמידים היא פונקציה של משתנים רבים, ששניים מהם הם מידת העניין בנושא ותחושת הכשירות האישית. רעיון כלשהו לא ימשוך תלמידים באופן אוטומטי רק מפני שהוא "רעיון גדול". סיווג, כפי שאמרנו, הוא "רעיון גדול". מכל מקום, הצגת נושא כמו סיווג על גבי דף שכפול הדורש מתלמידים לקבץ פריטים על פי הצליל העיצורי הראשון המופיע בהם היא טריוויאליזציה של המושג, ומהווה תרומה קטנה מאוד לפיתוח הבנה. יכולתו של המורה לטפח פעילות גומלין חברית של תלמידים, להביא לגילוייה של רלוונטיות, ולהתאים שאלות קוריקולריות להנחות הנוכחיות של התלמידים, היא אשר מעודדת את התלמידים לחפש אחר הבנה.