

אל התא ובחזרה - אוגדן פעילויות להוראת

נושא התא החי כציר אורך

קישור בין רמת התא לרמת היצור כדרך ללמידה משמעותית

מאת: מרב אברהמי, עינת מזרחי, יעל ערן-צורן, יעל פיונטקביץ וענת ירדן*



כדור הארץ מאוכלס בלמעלה מ-10 מיליון מינים שונים של יצורים חיים, אשר במבט ראשון נראה שהשוני ביניהם רב מהדמיון. אולם לכל היצורים החיים האלה כמה מאפיינים משותפים, הידועים כמאפייני החיים. התברר, כבר לפני יותר ממאתיים שנה, כל היצורים החיים בנויים מתאים. התא הוא יחידת המבנה והתפקוד הקטנה ביותר המקיימת את כל מאפייני החיים, ולכן הוא מכונה לעתים גם "התא החי". בכל התאים החיים, המרכיבים את כל מגוון היצורים החיים, פועלים מנגנונים דומים המאפשרים לתאים למלא את תפקידם, בין אם מדובר בתאים של זבוב, חיידק, אדם, צמח או כל יצור חי אחר.

היות שהתא החי הוא יחידת המבנה והתפקוד הבסיסית של כל יצור חי, יש חשיבות מרכזית להכרת המבנה של תאים ודרכי פעולתם, לשם הבנת כל התהליכים המתרחשים ביצורים חיים. הבנה זו חיונית ללימוד מושכל של כל תחום בביולוגיה. לפיכך, נמצא נכון וראוי ללמד את הנושא במסגרת לימודי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים (משרד החינוך, התרבות והספורט, 1996).

במחקרים רבים שבוצעו בארץ ובעולם דווח על קשיים בהבנה ועל תפיסות שגויות בקשר לתאים ותפקודם, הנפוצות בקרב תלמידים שלמדו את הנושא, זאת, על אף החשיבות הרבה של הוראת נושא התא כבר בחטיבת הביניים. כאשר נשאל תלמידים מאילו מבנים בנויים תאים? או באופן יותר ספציפי: ממה בנויה סרעפת, לב, עצם, או כלי דם, נתקל במגוון תשובות כמו: הסרעפת היא קרום כמו קרום התא, העצם בנויה מסיידן וכדומה. אם נמשיך ונשאל על תהליכים בגוף כגון: מעבר המזון ממערכת העיכול לזרם הדם, חדירת חומרים לתאי הגוף, מקום הפקת האנרגיה, נקבל תשובות שיצביעו על בלבול או חוסר ידיעה. התלמידים למדו והם יודעים לחזור על העובדה כי כל היצורים החיים בנויים מתאים, אולם מאחורי אמירה זו אין תפיסה מגובשת של מושג התא או שקיים אוסף של תפיסות חלופיות.

נראה שהבעיה המרכזית בהבנת נושא התא נעוצה במושג "יחידת יסוד" (דריפוס ויונגוירט, 1991, 1993). הרעיון שיחידת היסוד (התא) של מערכת מורכבת (היצור הרב־תאי), המבצעת בעצמה תהליכים, הוא קשה לתפיסה. ליצור השלם יש תכונות שונות מהתכונות של יחידות היסוד שלו (התאים), אף על פי שפעילותו הכוללת של היצור מבוססת לחלוטין על פעילות התאים המרכיבים

* מרב אברהמי (08 9790124) – אולפנת נוף איילון, שעלבים; עינת מזרחי; יעל ערן-צורן (08 6518386) מכון ויצמן; יעל פיונטקביץ (03 5462372) – עירוני ד' תל אביב; ענת ירדן (08 9414885) – המחלקה להוראת המדעים מכון ויצמן למדע, רחובות. הפעילות הוצגה בכנס מורי הביולוגיה 2002.

אותו. לגבי נקודה זו, של ההבדלים המהותיים בין תכונותיהן של יחידות היסוד התפקודיות ובין תכונותיו של היצור השלם, נמצא אצל תלמידים רבים מגוון של תפיסות שגויות. בשביל התלמיד, התא הוא ישות מופשטת. אמנם אפשר לצפות בתאים מסוימים נעים, אפשר להבחין באמצעים פשוטים בנוכחות גרעין ואברונים אחרים, אבל אי־אפשר לצפות ישירות בתהליכי היסוד של התא. כדי להבין את היחסים בין מערכות מיקרו לבין מערכות מקרו, נדרשות חשיבה מופשטת ורמה גבוהה של חשיבה פורמלית (דריפוס ויונגוירט, 1991, 1993). קשיים אלה יכולים להיות מכשול בניסיון להבין את מנגנוני הפעולה והתהליכים המתרחשים במערכות ביולוגיות שונות.

באוגדן "אל התא ובחזרה" מוצגת גישה חדשנית להוראת נושא התא, אשר מביאה בחשבון את הבעיות שהוזכרו לעיל מצד אחד ומדגישה את החשיבות בהוראת הנושא מאידך גיסא. על פי גישה זו אנו מציעים שנושא התא החי יילמד כציר אורך, במהלך שלוש השנים בחטיבת הביניים, וישולב בכל נושא בביולוגיה הנלמד במסגרת תכנית הלימודים. באוגדן מוצע מגוון רב של פעילויות, וכל אחת מהן מציגה היבט תאי (היבט במיקרו) לנושא הנלמד במקרו. על פי גישה זו אנו מקווים שהלומד יוכל לקשר ישירות בין תהליך הנלמד ברמת המערכת ובין המנגנון שבו הוא מבוצע בפועל, המנגנון התאי. בכל הפעילויות נעשה קישור מתמיד בין רמות הארגון השונות: מהיצור השלם, דרך המערכות, האיברים, הרקמות, התאים, האברונים והמולקולות. רמות הארגון הללו מודגמות בעזרת איור, המכונה "המדרג בטבע", אשר מטרתו לארגן את הידע מהכלל אל הפרט ולקשר בין הנושאים הנלמדים ובין ההיבטים התאיים שלהם.

מספר עקרונות שזורים כחוט השני לאורך הפעילויות באוגדן:

- ברוח הסילבוס של תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים, נלמד נושא התא לאורך שלושת השנים בחטיבת הביניים ומשולב בכל אחד מהנושאים הנלמדים במדעי החיים.
- כל אחת מהפעילויות מתחילה ברמת המקרו, רמת היצור, ועוברת לתהליכים המתרחשים ברמת התא, רמת המיקרו. מתוך מחקרים עולה שקישורים בין רמת המיקרו לרמת המקרו עשויים לתרום ללמידה משמעותית, הן של ההיבט התאי והן של המערכת ברמת היצור.
- ההסבר ברמה התאית מתבסס על אנלוגיות מרמות ארגון גבוהות יותר, המוכרות לתלמיד.
- הפעילויות משלבות היבטים מדעים חברתיים וטכנולוגיים, המוכרים לתלמיד מחיי היומיום.
- כל פעילות באוגדן היא עצמאית, על מנת לאפשר למורה לשלב פעילות או חלקים מפעילות ברצף ההוראה שקבע לכיתתו.
- ההקניה של האברונים השונים היא הדרגתית ומשולבת בהקניית תפקודי התא השונים.
- בפעילויות נעשה לרוב שימוש בצילומים מיקרוסקופיים אותנטיים של תאים חיים. כמעט ולא נעשה שימוש במודלים גרפיים קלאסיים.

בנוסף לשימוש באוגדן להוראת נושא התא בחט"ב, ניתן להשתמש בפעילויות המצויות באוגדן גם בחט"ע. אפשרות אחת היא במסגרת לימוד הנושא מבוא לגוף האדם בכיתה י'. ניתן לשלב היבטים תאיים בהוראת כל אחת מהמערכות בגוף האדם או חלק מהן ולקשר בין אותה מערכת ביצור השלם, לתהליכים המתרחשים ברמת התא ומאפשרים את תפקודה. בנוסף, ניתן להדגים תהליכים

בגוף היצור הרב־תאי המתרחשים במספר רמות ארגון שונות כדי להגיע להבנה טובה יותר של התהליכים. אפשרות נוספת היא במסגרת הוראת נושא התא. האוגדן מכיל פעילויות הדנות בתפקודם של סוגי תאים שונים למשל: תאי עצם, תאי שומן, התמיינות תאי דם, מוות של תאים (ראה דוגמה להלן), וכן פעילות המסבירה את המעבר מיצור חד־תאי ליצור רב־תאי. כך ניתן להעשיר את ההיבט התאי המוצג לתלמיד ולקשר את נושא התא לתופעות ולתהליכים המוכרים לתלמיד מחיי היום־יום.

באוגדן שישה שערים המתאימים לפרקים בתכנית הלימודים "מדע וטכנולוגיה לחט"ב":

א. היבטים תאיים של משק המים בגופם של יצורים חיים.

ב. היבטים תאיים של רבייה, תורשה והתפתחות ביצורים חיים.

ג. היבטים תאיים של הזנה ואנרגיה ביצורים חיים.

ד. היבטים תאיים של מערכות הובלה, תיווך ותיאום.

ה. היבטים תאיים של החושים.

ו. היבטים תאיים נוספים.

כל שער מכיל מבחר פעילויות. כל פעילות מורכבת מדף הנחייה למורה ומדפי פעילות מוכנים להגשה לתלמיד. כמו כן מצורף לאוגדן CD-ROM ובו מסמכי Word של כל הפעילויות לתלמיד, אשר מאפשרים למורה לשנות כל פעילות ולהתאימה לכיתתו.

רשימת מקורות

דריפוס, ע. ויונגוירט, א. (1991). מיקרו, מקרו, אנלוגיות וצרות אחרות בהוראת הביולוגיה בכתה ט'. עלון למורי הביולוגיה 129, 1-15.

דריפוס, ע. ויונגוירט, א. (1993). מיון תפיסות "לא תפקודיות" של תלמידים בראשית כיתה י', לגבי רעיון מופשט: התא החי. עלון למורי הביולוגיה 134, 60-75.

משרד החינוך, התרבות והספורט (1996). לימודי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, תכנית לימודים למקצוע מדע וטכנולוגיה בכיתות ז'-ט' בבית הספר הממלכתי והממלכתית־דתי. מהדורת ניסוי בהוצאת ת"ל.





פעילות לדוגמה:

”תאים מתים – צורה נוצרת”

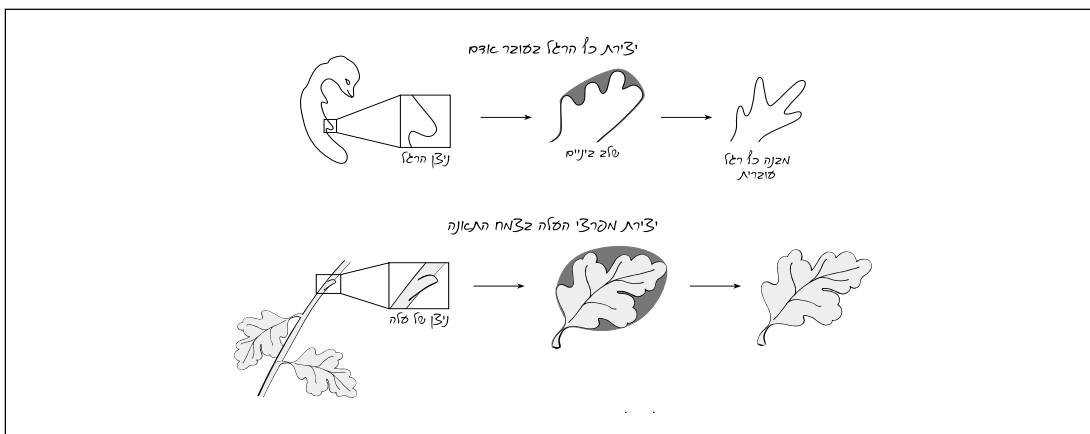
(הפעילות מופיעה בשער: ”היבטים תאיים נוספים” באוגדן: ”אל התא ובחזרה”)
הקטע המצורף הוא חלק מפעילות שאורכה 2 שיעורים ומלווה בעבודת בית. הפעילות מלווה באיורים נוספים שלא ניתן היה לשלבם כאן מפאת חוסר מקום.

מה משותף לאצבעות התינוק ולעלה התאנה?

כדי לענות על השאלה הזו עלינו לחזור אחורה בהיסטוריה הפרטית של התינוק ושל התאנה אל התקופה שבה נוצרו האיברים שלהם: אצל התינוק – לתקופה שבה הוא עובר ברחם ובצדי גופו הופיעו ניצני הגפיים. אצל התאנה – לתקופה שבה נוצר כל עלה מניצן על הענף. השימוש במונח ”ניצנים” בשני היצורים נועד לבטא קיום של תהליכים דומים בשני המקרים: גם ניצני הגפיים (ידיים ורגליים) וגם ניצני העלה הם אזורים של חלוקת תאים, ובהמשך גם של התמיינות התאים החדשים. תאים חדשים נוצרים מתאים אחרים, וכך הניצן גדל ובולט כלפי חוץ. בשלב מסוים מתחיל תהליך חדש בניצנים, שמביא בסופו של דבר ליצירת הצורה הסופית של היד או העלה.

שאלות:

1. נסו לתאר במה כף היד של התינוק דומה לעלה התאנה?
2. התבוננו באיור מספר 2 ונסו להסביר איך נוצרה הצורה הסופית של כף הרגל והעלה?
3. מה מציינים האזורים האפורים באיורים?
4. העלו השערה שתסביר איך נוצר משלב הביניים השלב הסופי בשני סוגי הניצנים? (ישנן לפחות שתי דרכים שונות להשגת אותה תוצאה).
5. הציעו דרך לבדוק איזו מבין ההשערות שהעליתם היא המתקיימת במציאות?



איור מס' 1: למעלה – התפתחות ניצני גפיים בעובר אדם
למטה – התפתחות מפרצים בעלה תאנה

1. הפעילות פותחה על ידי יעל ערן-צורן

שלבים ביצירת הצורה בעלה של צמח ובגף של עובר עוף

על מנת לעקוב אחרי תהליך הנמשך ימים או שבועות, נהוג לבצע תצפיות בזמנים קבועים במשך התהליך. כך למשל, אפשר לסמן ניצן על עץ התאנה, לצפות בו ולצלם אותו אחת ליום עד שהעלה מגיע לגודלו הסופי. סדרת התמונות שמתקבלת מתארת את הדרך שבה התפתחה צורתו הסופית של העלה.

אפשר לתאר שני תהליכים היכולים להוביל ליצירת המפרצים בעלה התאנה ואת הרווח בין אצבעות הגפיים בתינוק:

א. בהתחלה נוצרת צורה מלאה, מעין אליפסה, ובהמשך חלה תמותת תאים באזורים מסוימים, היוצרת מפרצים. באיור מופיעים אזורים אלו באפור.

ב. בתהליך התחלקות התאים, קצת אחרי שלב הניצן, חלה תמותה של תאים בודדים. התאים האחרים המשיכו להתחלק, אולם מעל לתאים שמתו לא נוצרו תאים חדשים. כך נוצרו מפרצים שהלכו והעמיקו בשוליהם עם כל חלוקת תאים.

למעשה בתהליך יצירת הגפיים מעורבים שני התהליכים: תאים מתים בין האצבעות שמתחילות להיווצר, ולאחר מות התאים מעמיקים המפרצים בעקבות חלוקות חוזרות של תאים משני צידי המפרצים שנוצרו.

מוות מתוכנן מראש, התאבדות של תאים או אפופטוזיס (שמשמעותו ביונית נשירה, שלכת) – שלושת השמות הללו ניתנו לאותו תהליך שבו תאים ביצור החי מתים באופן צפוי, כחלק מתהליך ההתפתחות של היצור.

את האוגדן "אל התא ובחזרה"

ניתן לרכוש אצל מפיץ הספרים של המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע

"תרבות לעם", רח' בית־אלפא 17, תל אביב 61570, טל. 03 5622722, פקס. 03 5622707

