

תקציר

משחק הדמיה העוסק במרוץ החימוש האבולוציוני בין טורפים לנטרפים (ברדלסים וצבאים), וממחיש את השינוי במהירות הריצה של שני הצדדים כתוצאה מלחצי הברירה הטבעית שהם מפעילים אלה על אלה. לאחר המשחק ידונו התלמידים בשינויים שחלו במהירות הריצה לאורך הדורות ובמנגנון שעומד בבסיס שינויים אלה, וישאלו מהו מחיר הכשירות שיביא לעצירת מרוץ החימוש.

רקע

מרוץ חימוש אבולוציוני הוא דוגמה לקו-אבולוציה: תהליך אבולוציוני שמתרחש כאשר שני מינים מפעילים זה על זה לחצי ברירה טבעית, וכתוצאה מכך מתפתחות אצל שניהם התאמות זה בהתאם לזה. קו-אבולוציה יכולה לבוא לידי ביטוי בסוגים שונים של יחסי-גומלין בין מינים. דוגמה בולטת היא יחסי התלות ההדדית בין פרחים לחרקים מאביקים; הפרחים תלויים בחרקים לשם הפרייתם ואילו החרקים זקוקים לצוף שהפרחים מספקים, לתזונתם.

מהלך הפעילות

חלק א' – המשחק

(20 דקות, שתי קבוצות המתחרות זו בזו)

- הכינו את קוביית המשחק: הדביקו על פאות הקובייה מדבקות ורשמו על כל שתי פאות את אחת מהספרות 0,1,1,0,-, כך שההסתברות להגריל 1, 0 או 1- היא שליש.
- בחרו אחד מהתלמידים לשמש לכם עוזר/ת בניהול המשחק וריכוז התוצאות.
- חלקו את התלמידים לשתי קבוצות – ברדלסים וצבאים – ובקשו מהם להסתדר בשתי שורות, זו מול זו.
- תנו לכל תלמיד טבלת מעקב אישית לתייעוד מהירות הריצה. הגדירו את המהירות ההתחלתית של כל התלמידים כ-3.

שכבת גיל

כיתות ד'-ט'

משך ומיקום הפעילות

30 דקות, בכיתה

מטרות

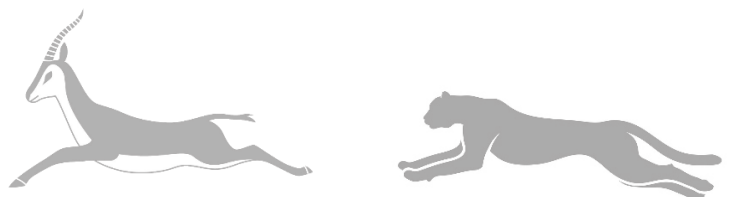
- התלמידים ידגימו באמצעות המשחק את לחצי הברירה ההדדיים המפעילים טורפים ונטרפים אלה על אלה.
- התלמידים יסבירו מהו מרוץ חימוש אבולוציוני.
- התלמידים יגלו כי העלייה במהירות הריצה, הן של הטורפים והן של הנטרפים, לאורך הדורות אינה יוצרת יתרון יחסי של צד אחד על האחר, ויסיקו מכך כי מרוץ חימוש הוא מאבק ללא הכרעה.
- התלמידים ידונו בתנאים לעצירת מרוץ החימוש.

ציוד וחומרים

- קובייה
- מדבקות קטנות להדבקה על פאות הקובייה
- דפי מעקב אישיים

מונחים עיקריים

טורפים • נטרפים • כשירות
מחיר הכשירות • ברירה טבעית
קו-אבולוציה • מרוץ חימוש אבולוציוני



חלק א' – המשחק – המשך

- לכל סבב (דור) שני שלבים:

- כל תלמיד בתורו מטיל את הקובייה ומגריל את אחת הספרות: 1,0,-1 ובהתאם, מהירות הריצה שלו עולה (+1), יורדת (-1) או נשארת זהה (0). בכל דור, התלמידים יתעדו בטבלאות המעקב האישיות את הזהות שלהם (ברדלס או צבי) ואת מהירות הריצה שלהם. עוזר המדריך יתעד את מספר הברדלסים והצבאים הכולל ואת המהירויות שלהם בכל דור באופן מרוכז.
- כל ברדלס (בתורו) בוחר באחד הצבאים ומנסה לטרוף אותו. הברדלס והצבי מציגים את המהירות שלהם זה לזה (אם אין די צבאים, עוצרים לאחר שנגמרו הצבאים).
- תוצאות הסבב נקבעות בהתאם לכללים הבאים:
 - אם מהירות הברדלס והצבי זהות, שניהם ישרדו אך לא יתרבו.
 - אם הברדלס מהיר מהצבי, הצבי נטרף והברדלס מתרבה (הצבי הופך לברדלס ומקבל את המהירות של אביו הברדלס).
 - אם הצבי מהיר מהברדלס, הברדלס מת ברעב והצבי מתרבה (הברדלס הופך לצבי ומקבל את המהירות של אביו הצבי).

במהלך הסבבים מספר המשתתפים נותר קבוע, אך היחס בין הטורפים לנטרפים משתנה, וכן משתנה המהירות שלהם.

חלק ב' – דיון (10 דקות, דיון כיתתי)

ביתות ד'-ו': המורה י/תציג את הטבלה המסכמת של המשחק על הלוח.

ביתות ז'-ט': התלמידים ישרטטו גרפים עבור אוכלוסיית הברדלסים ואוכלוסיית הצבאים, שיציגו את השינוי במהירויות הריצה לאורך הדורות (ציר X – מספר הדור, ציר Y – מהירות הריצה הממוצעת של הפרטים באוכלוסייה).

לאחר הצגת הגרפים ייערך דיון בכיתה, תוך התייחסות לנתונים בטבלה ו/או בגרפים:

- מה קרה במשחק? נתחו את התהליך. לברדלסים המהירים ביותר היה יתרון בהשגת הטרף, וכך הם שרדו והתרבו והורישו לצאצאיהם את מהירות הריצה הגבוהה שלהם. כך גם הצבאים המהירים: להם היה יתרון בהימלטות מהטורף וגם העמידו דורות של צבאים מהירים יותר. הן הטורפים והן הנטרפים שיפרו את יכולת הריצה שלהם לאורך מרוץ החימוש.

חלק ב' - דיון - המשך

- מה הגדיר את הכשירות של הטורפים והנטרפים? מהירות הריצה.
- בנו את התהליך במונח: **מרוץ חימוש אבולוציוני**. הסבירו והרחיבו על דוגמאות נוספות.
- כיצד באו לידי ביטוי במשחק לחצי **ברירה טבעית**, שהטורפים והנטרפים מפעילים אלה על אלה? הברדלסים המהירים יוצרים לחץ ברירה על אוכלוסיית הצבאים, הפועל לטובת פרטים שמצליחים לחמוק מטריפה. בהתאם, גובר הלחץ על אוכלוסיית הברדלסים, שעשויים למות ברעב אם לא יצליחו לתפוס את הטרף המהיר.
- כיצד השתנתה מהירות הברדלסים והצבאים לאורך המשחק? מהירות הריצה, הן של הטורפים והן של הנטרפים עלתה, במהלך הדורות.
- מהו המנגנון האבולוציוני שאחראי על שינויים אלה וכיצד הוא פועל? ה**ברירה הטבעית** פועלת על השונות במהירות הריצה בכל אחת מהאוכלוסיות, הן אוכלוסיית הטורפים והן אוכלוסיית הנטרפים: הברדלסים המהירים ביותר, שהצליחו לטרוף את הצבאים, שרדו והעמידו צאצאים בעלי יכולת ריצה מהירה. אלה, בתורם, יצרו לחץ טריפה שהקנה יתרון הישרדותי למהירים מבין הצבאים. הצבאים המהירים התרבו, וכך עלתה מהירות הריצה הממוצעת באוכלוסיית הצבאים, שאילצה את הברדלסים להגביר את מהירות הריצה שלהם, וחוזר חלילה.
- איזה מהמינים ניצח במרוץ החימוש? טבעו של מרוץ החימוש האבולוציוני הוא שינוי מתמיד של כל צד בהתאמה לשינוי בצד השני, כך שלאורך האבולוציה יחסי הכוחות נותרים די קבועים ואין הכרעה בין הצדדים המשתתפים.
- מהו המחיר של שיפור הכשירות על ידי היכולת להעלות מהירות הריצה? או, במילים אחרות, למה אין ברדלסים וצבאים שרצים במהירות האור? ריצה מהירה מעלה אמנם את הכשירות של הפרט, אך בדומה לכל תכונה, גם לה יש מחיר. בטבע, כמו בתחומים רבים, שיפור בתכונה או באיכות מסוימת יגרום להפסד בתכונה אחרת. כלומר, תכונה אינה יכולה להשתפר לעד, אלא רק כל עוד המחיר שהיא גובה בהיבטים אחרים אינו עולה על התועלת משיפורה.

נשמח לקבל משוב ולשמוע איך הייתה הפעילות. בהצלחה!

הצהרת שימוש: מחנכים מוזמנים לעשות שימוש שלא למטרות רווח במערך פעילות זה. אין לעשות שימוש מסחרי בלשהוא או שימוש למטרות רווח בחומרים אלו. מוזיאון הטבע אינו אחראי לביצוע הפעילות.