

Biomatematika szemléltetésének
lehetősége alsóban

GZQ834

2012

Tartalomjegyzék

1. A téma bevezetése	3
2. Biomatematika általános tulajdonságai	5
2.1. Példák, feladatok az öröklődésekkel kapcsolatban	10
3. Biomatematika alsó tagozatban	18
4. Összegzés	24
Bibliográfia	28
Mellékletek	29
Biológiai fogalmak.....	29
Matematikai fogalmak:	29
Fényképek a foglalkozásról	41

1. A téma bevezetése

A téma aktualitása, a témaválasztás indoklása

Talán sokak számára ismeretlen e tudományág, hiszen kevesen érdeklődnek matematika iránt illetve alacsony számban ismerünk olyan híres kutatókat, akik kifejezetten a biológia tudományában merültek el. A biomatematika pedig tulajdonképpen, pont e két tudomány ötvözte, melyre a megnevezése is utal. A biomatematika tehát interdiszciplináris tudomány, mivel a biológia és a matematika határterülete. A tudomány főként valószínűség számításokkal foglalkozik, melyek az örökletességhez, genetikához kapcsolódnak. Itt említeném meg legnevesebb genetikusunk nevét, Czeizel Endre professzort.

Témaválasztásom részben az ő munkásságához kapcsolható. A professzor előadásai mindig magával ragadtak, hisz érthetően, emberi nyelven magyarázza el a bonyolult genetikai betegségek kialakulásának okait, illetve hívja fel a figyelmet a megelőzés fontosságára. A biomatematika iránt középiskolában kezdtem érdeklődni, mikor biológia órán a genetika világába vezetett be minket alapfokon a tankönyv, illetve a tanárnőnk. Rettenetesen felkeltette az érdeklődésemet a vércsoport valószínűségének kiszámítása, a babszemek színének valószínűség számítása, a lovak, egerek szaporodása. Megismerkedtem a domináns, recesszív fogalmakkal, melyet előszeretettel alkalmazok azóta is.

A továbbtanulás fontolgatásakor, gyermekkoromtól kezdve az orvosi, főként állatorvosi és a matematikai szakok között őrlődtem, hisz mindkét irányzat nagyon érdekelt. Nagyon megörültem mikor a középiskolában rájöttem, hogy ennek a két tudományágnak van egy ötvözte és ez a biomatematika. Elkezdtem olyan szakot keresni, melyben ezt az érdeklődésemet kamatoztathatom, de végül szülői segítséggel a pedagógiai szakot választottam. Mikor felkerültem a felsőoktatásba, tanító szakos képzésre, felmerült bennem az ötlet, hogy lehet-e a tudományt alapfokon alkalmazni az általános iskolás kisdíákok körében és esetleg ez milyen hatással lesz a továbbtanulásukra, pályaválasztásukra. Természetesen nem azt várom el, hogy a kisiskolás gyermekek kiszámítsák, hogy mekkora valószínűséggel születik 0 negatív vércsoportú kistestvére, ha édesanyja. A pozitív vércsoporttal rendelkezik, édesapja pedig AB negatívval, azonban úgy gondolom, hogy játékosan, történetek formájában meg lehet ismertetni-e tudományágot a gyermekekkel és esetleg, feltételezem, hogy ez a

továbbiakban elősegítheti a középiskolai biológia tanulmányait, esetleg a felsőoktatásban való választást. Az én gyermekkoromban meghatározó volt az általános iskolás tanítóm személyisége, illetve pedagógiai ráhatása abban, hogy megszerettem a matematikát és a biológiát. Bár a tanító keze közé olyan gyermekek kerülnek, akiknek van valamilyen elképzelésük arról, hogy milyen szerepet szeretnének később betölteni a világban, hiszen, ha óvodában megkérdezzük, hogy „Mi leszel ,ha nagy leszel?“,már értelmes választ adnak a gyermekek,de nagyfokú ráhatással van a pedagógus a gyermek pályaválasztásában. Miért ne kezdhethetnénk el, már alsó tagozatban foglalkozni az olyan gyermekekkel, akik látszólagosan érdeklődnek a biológia illetve a matematika iránt egyaránt. A későbbiekben a szülők és a gyermek döntésén múlik, hogy hogyan alkalmazzák azt az alapvető tudást, melyet a gyermek az általános iskolában megkapott.

Napjainkban még fontosabbá vált, hogy a gyermekek már kisiskolás koruktól kezdve tisztába legyenek azzal, hogy milyen szerepet szeretnének vállalni a későbbiekben, milyen posztot betölteni a világban, hiszen a felsőoktatásba való felvétel elnyerése egyre nehezebb lesz. A gyermekeknek úgy kell tanulniuk, felkészülniük, már a kezdetektől fogva, hogy később esetlegesen ne legyen hátrányuk sem a felsőoktatásba való bekerülésnél, sem pedig a felsőoktatási intézményben való tanulás terén.

Ezen felül a gyermekek minden nap találkozhatnak azzal a jelenséggel, hogy például szüleik is, mint minden átlag ember a mindennapi vásárlás során a szebb, nagyobb keresik, vásárolják az élelmiszer választékból. A népességszám növekedésével arányosan növekszik az élelmiszerszükséglet is. Ezen igények kielégítéséhez szükséges a növények, illetve állatok tulajdonságainak pontos megismerése,és azok genetikailag legelőnyösebb kombinációnak a létrehozása , mesterséges módon. (Ez eredményezi az emberi táplálkozás számára is legkielégítőbb kombinációk megtalálását.)Ezek a kutatások a későbbiekben olyan vitatott témák kialakulását eredményezték,mint a génmanipuláció. A gyermekek akár különböző televíziós műsorok megtekintése során is találkozhatnak ezekkel a témákkal. A gyermekek számára fontos lehet ezeknek a témáknak a tudományos szinten való megismerése, hiszen a későbbiekben , felnőttként (akár törvényhozóként) felelősségteljes döntéseket tudjanak hozni ezekben a témákban is.

2. Biomatematika általános tulajdonságai

Biomatematika pontos meghatározás szerint: élettudományi problémák matematikai módszerekkel való vizsgálatával foglalkozó interdiszciplináris tudomány.

A biomatematika szemléltetéséhez szüksége van a pedagógusnak néhány olyan fogalom ismeretére, amelyet már a középiskolában is el lehet sajátítani. A gyermekek számára a legtöbb új ismeretet a biológiai fogalmak nyújtják, mivel a tananyag tartalomnak megfelelően ezeket a természetismeret órán még nem hallhatták. Ezeket a fogalmakat a következőkben áttekintem. Mivel a matematikai alapfogalmakat melyek a biomatematika tudományához kapcsolódnak a gyermekek 3-4. osztályban már nagyrészt ismerik, így ezen fogalmakat a mellékletben részletezem.

A **biomatematika alapfogalmait** a két tudományág különválasztásával lehet a legerthetőbben ismertetni, így ezt a megoldást választottam én is a megnevezésben szereplő sorrendiség szerint ismertetem az alapfogalmakat, tehát a biológiai fogalmakat mutatnám be először.

Ha nagyságrendi sorrendben haladunk, az első fogalom a **Genotípus**, mely az élőlény genetikai információ tartalmát jelenti, genetikai háttér az egyed összes génje alkotja ezt. Ezzel egyidejűleg megjelenik a **fenotípus**, amely a génkészlet eredményeképpen kialakuló, látható tulajdonságot jelenti. Másik megközelítés felől kiindulhatunk a **DNS-ből**, vagyis deoxiribonukleinsavból.

Mivel a DNS tulajdonképpen „génekből áll”, hiszen a gének a DNS-ben azon egységek, melyek meghatározzák egy-egy tulajdonság természetét, ezért a következő fogalmunk a **gén**, mely meghatározható úgy is, hogy a DNS egy szakasza, mely egy-egy tulajdonság meghatározásában játszik főszerepet. A gének különböző bázissorrendűek, ennek következtében különböző tulajdonságokat kódolhatnak. Azok a szervezetek, melyek a gén azonos alléljait tartalmazzák **homozigóták**, melyek a gén különböző alléljait tartalmazzák **heterozigóták**.

Az **allélok** különböző génváltozatok. Sok gén esetében kétféle allélt ismerünk, de léteznek olyanok is, melyekből 3 vagy több változat jött létre. Bármennyi is az allélok

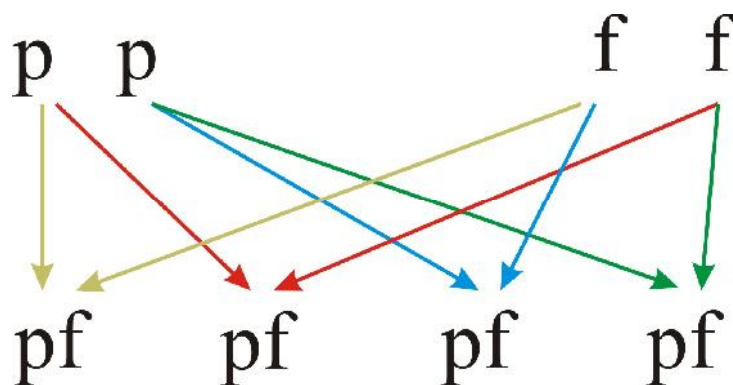
száma, egy egyedbe csak két példány kerülhet. Az allélok meghatározó szerepet töltenek be a biomatematikában, hiszen ezek tudatában számíthatunk valószínűséget a tulajdonságok kialakulásánál például. Az alléloknak két változata van, a **domináns**, illetve a **recesszív** allél. A domináns „erősebb” a recesszívénél, így elnyomja azt. Ennek a domináns-recesszív öröklődésnél van jelentősége. A domináns allél, minden esetben elnyomja a recesszívet, tehát, ha ez az allél megtalálható a szervezetben, DNS-ben, akkor biztosra állíthatjuk, hogy az a tulajdonság fog megjelenni a fenotípusban.

A Domináns-recesszív öröklődésnél azonban van egy talán egyszerűbbnek nevezhető öröklődési forma, az **Intermedier öröklődés**.

Ebben az esetben a heterozigóta allélösszetétel egy köztes tulajdonságot hoz létre, eredményez. Példaként általában a virágok (oroszlánszáj) színének öröklődését szokták említeni. Itt a piros és a fehér virágból az intermedier öröklődés hatására rózsaszín, tehát egy köztes színű virág jön létre az első nemzedékben.

	Piros(p)	Piros(p)
Fehér (f)	Rózsaszín (pf)	Rózsaszín (pf)
Fehér (f)	Rózsaszín (pf)	Rózsaszín (pf)

Vagy ahogy a tanórákon szokás ábrázolni:



A domináns-recesszív öröklődés: Mint már említettem ennél az öröklődési formánál nagy jelentősége van a domináns és recesszív alléloknak, ahogy azt a megnevezésben is láthatjuk. A domináns allél erősebb, mint a recesszív, így, ha az megjelenik, akkor biztosan az a tulajdonság fog megjelenni a fenotípusban, melyért ez az allél felelős. A domináns-recesszív

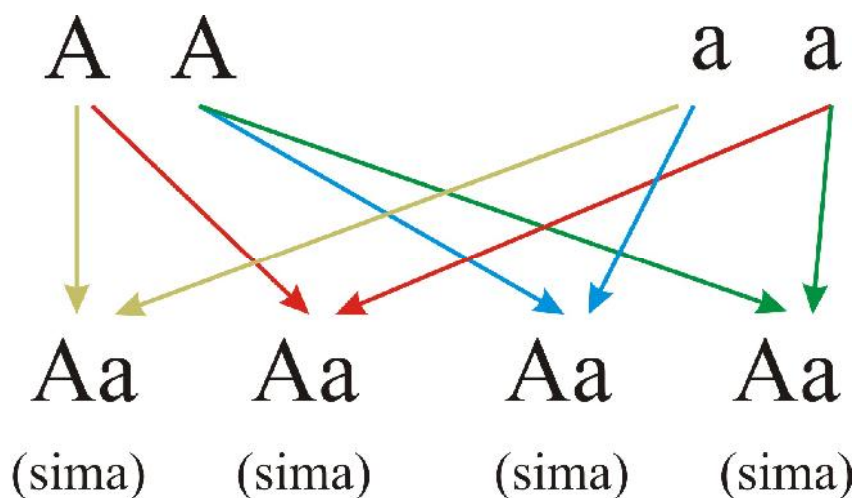
öröklődésnél meg kell említenünk a genetikai alaptörvényeket, melyeket Johann Gregor Mendel, osztrák szerzetes tanár és botanikus nevéhez köthetünk. Egyik kísérletét a borsó egy jellegzetes tulajdonságára vonatkozóan végezte, ez a borsómagvak sima vagy ráncos felületére irányuló kísérlet volt. Homozigóta szülőkből kiindulva vizsgáljuk az első nemzedék genotípusát, illetve fenotípusát. A sima tulajdonságot hordozó apai allélpár jele legyen: AA; A ráncos tulajdonságot hordozó anyai allélpár jele :aa Ezeket a következőképpen keresztezhetjük: Aa, Aa ,Aa ,Aa

Megfigyelhetjük, hogy minden első hibridnemzedékbe tartozó leszármazott azonos genotípusba, így természetesen azonos fenotípusba is tartoznak (Mivel szerepel a domináns simaságért felelős allél a genotípusba, így a borsómagok fenotípus szerint simák lesznek.) Tulajdonképpen ez Mendel I. törvénye, az uniformitás törvénye, mely azt fejezi ki, hogy a homozigóta szülői formák keresztezéséből származó első hibridnemzedék valamennyi egyede genotípusa és fenotípusa azonos.

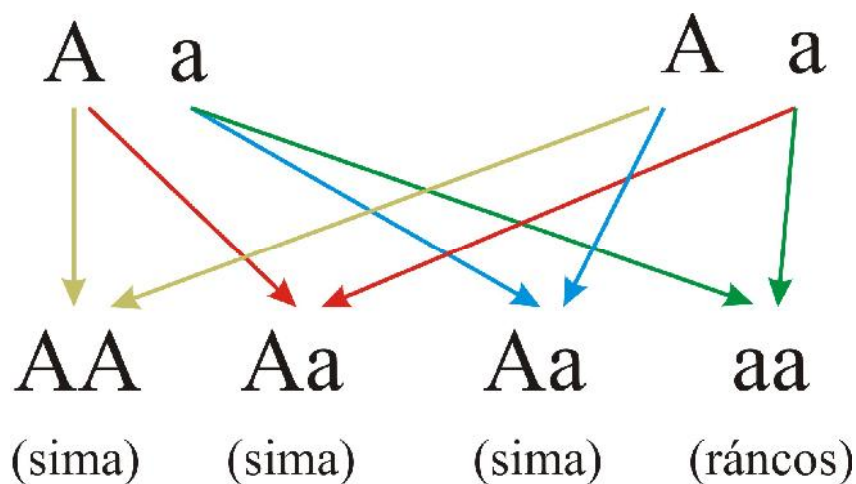
Szemléltetésként egy táblázatban mutatom be a variációkat:

	A	A
a	Aa	Aa
a	Aa	Aa

A iskolában a következőképpen ábrázoljuk:



Mendel II. törvénye, a hasadás törvénye. Mendel tovább folytatta a kísérleteket, a hibridnemzedék tagjait keresztezte egymással:



Táblázatban ábrázolva:

	A	a
A	A A	A a
a	A a	a a

A hibridek háromnegyedére a domináns tulajdonság volt jellemző, ám megjelent a recesszív tulajdonság is a nemzedék egynegyedénél, tehát a fenotípus jelleg újra szétválva, kétfelé hasadt, az eredeti szülői tulajdonságoknak megfelelően jelentkeznek mindkét szülői típus a sima és a ráncos borsómag is.

Ez Mendel II. törvénye, a hasadás törvénye, mely azt fogalmazza meg, hogy szülői tulajdonságok nem olvadnak össze az első nemzedékben, hanem változás nélkül újra megjelennek a második nemzedékben. A további vizsgálatai során olyan szülőkkal kísérletezett, melyek két tulajdonságban tértek el egymástól. A borsómagoknál színben, sárga és zöld mag, illetve a sima és ráncos tulajdonságot vette alapul. Egy sima sárga és egy ráncos zöld borsómag keresztezésénél, arra a következtetésre jutott, hogy a két tulajdonság (sima,-ráncos, zöld-sárga) egymástól teljesen függetlenül és véletlenszerűen kombinálhatóak, néha

teljesen új tulajdonságokat létrehozva.

E kutatásai eredményeképpen jött létre a független öröklődés törvénye, mely leírja, hogy egyes tulajdonságpároknál a második nemzedéknél a szülői tulajdonságoktól teljesen eltérő kombinációk is megjelenhetnek.

Táblázatban ábrázolva az első nemzedék:

	AB	AB
ab	AaBb (sárga,sima)	AaBb(sárga,sima)
ab	AaBb(sárga,sima)	AaBb(sárga,sima)

A második nemzedék ábrázolása táblázatban:

(jelmagyarázat: A: sima , a:ráncos B:sárga b:zöld)

AaBb + AaBb

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB(sárga,sima)	AABb(sárga,sima)	AaBB(sárga,sima)	AaBb(sárga sima)
Ab	AAbB(sárga ,sima)	AAbb(zöld,ráncos)	AabB(sárga sima)	Aabb(zöld sima)
aB	aABB(sárga ,sima)	aABb(sárga,sima)	aaBB(sárga ráncos)	aaBb(sárga ráncos)
ab	aAbB(sárga,sima)	aAbb(zöld sima)	aabB(sárga ráncos)	Aabb(zöld,ráncos)

2.1. Példák, feladatok az öröklődésekkel kapcsolatban

Intermedier öröklődés:

Egy fehér és egy piros virág keresztezésénél létrejött utódok színe:

Fehér virág alléljai (f f)

Piros virág alléljai (p p)

Keresztezésükkor Mendel I. törvénye, az uniformitás törvénye szerint az első nemzedékben csak rózsaszín világok lesznek, melynek alléljai (f p).

Feladatok ehhez kapcsolódóan:

Keresztezünk piros és rózsaszín virágokat. Az első nemzedékben 32 virágunk lesz .Hány fehér,hány piros virágunk lesz?Jön -e létre más színű virág,ha igen ,akkor mennyi?Mekkora a valószínűsége annak,hogy

- a. fehér
- b piros
- c más színű virágot veszek ki véletlenszerűen a csokorból?

Megoldás:

	F	F
P	PF	PF
P	PF	PF

A táblázat alapján is látható, hogy az intermedier öröklődés törvénye szerint egy köztes szín jelenik meg és ez a rózsaszín, az első nemzedék minden virága ilyen színű lesz. Tehát: 32 rózsaszín virágunk van. 0 piros és 0 fehér! Tehát annak a valószínűsége, hogy fehér virágunk lesz: $0/32=0 \rightarrow 0\%$ az esélye annak,hogy fehér virágot veszek ki z első nemzedékből. Ugyanígy eljárva a piros színű virágnál: $0/32=0 \rightarrow 0\%$ az esélye annak, hogy

piros virágunk lesz az első nemzedékben. Ezzel ellentétben a rózsaszín virág kiválasztásának valószínűsége: $32/32=1$, tehát 100%. hogy rózsaszín virágot választok ki ebből a nemzedékből.

Ha azonban két rózsaszín virágot keresztezünk, melynek alléljai (p f), akkor:

	P	F
P	PP	PF
F	FP	FF

Megfigyelhetjük, hogy újra megjelenik a piros illetve fehér szín is a rózsaszín mellett: arányuk: fehér:piros:rózsaszín $\rightarrow$ 1:1:2

Tehát a virágok negyede piros, negyede, fehér és a fele rózsaszín lesz. Ez alapján elvégezve az előző feladat kérdéseit már más eredményeket kapunk: Tehát, ha 32 virágunk lenne összesen a második nemzedékben, akkor, annak $\frac{1}{4}$ -e piros lenne: $32/4= 8$, tehát 8 piros virágunk lesz, ugyanígy a fehér virágoknál, szintén a virágok negyede lesz fehér, tehát $32/4=8$, 8 piros virágunk lesz. A rózsaszín virágok száma, az összes virág számának fele lesz, tehát $32/2=16$, tehát 16 rózsaszín virágunk lesz.

Annak a valószínűsége, hogy piros virágot veszünk ki a második nemzedék "csokrából": $8/32=0,25$, tehát 25 % lesz. A fehér színű virágoknál ugyanígy járunk el, hisz szintén 8 van belőlük, tehát $8/32=0,25$, szintén 25% az esélye a fehér virág kiválasztásának. Annak a valószínűsége, hogy rózsaszín virágot veszünk ki a csokorból: $16/32=0,5$; tehát 50% az esélyünk rá, hiszen a virágok 50%-a rózsaszín.

Domináns-recesszív öröklődés:

Egy példa a borsómagokkal:

Ha egy tulajdonság alapján végzünk számításokat, mint pl. a borsómag felülete, a következőket figyelhetjük meg:

Vegyünk két borsómagot: az egyik sima felületű, a másik ráncos felületű. Legyen a sima felületű alléljai: A A (homozigóta!) a ráncosé pedig: a a

Ha keresztezzük őket:

	A	A
a	Aa	Aa
a	Aa	Aa

Megfigyelhetjük Mendel I. törvényét az uniformitás törvényét, hisz homozigóta szülőknek heterozigóta, megegyező allélpárt tartalmazó leszármazottjai lettek. Mivel a sima felület a domináns, így a fenotípusa az összes borsómagnak sima lesz! Ha valószínűséget számíthatnánk ebben az esetben, akkor arra a eredményre jutnánk, hogy 100% az esélye annak, hogy sima felületű magunk lesz!

Azonban a második nemzedéknél, mikor az első nemzedék két tagjának keresztezzük, a következőket figyelhetjük meg:

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Újra megjelenik a homozigóta sima, illetve a ráncos felület is. Az arányok a következők lesznek: sima: ráncos → 3:1 Tehát itt már az utódok 25% -a ráncos lesz.

Feladat erre kapcsolódóan:

Van 360 borsómagunk. Ebből mennyi ráncos, mennyi sima, ha tudjuk, hogy egy olyan keresztezés második nemzedéke, melyben eredetileg a szülők homozigóták voltak, az egyik sima, a másik ráncos felületű?

Megoldás: A fent említettek alapján a második nemzedékben 3:1-hez az arány a sima, illetve ráncos felületű magvaknál. Megállapíthatjuk, hogy a magok negyede ráncos, tehát $360/4=90$

90 ráncos magunk lesz a 360-ból, itt már egyszerűen kiszámítható a sima borsómagok száma: $360-90= 270$, 270 borsómag lesz sima felületű. Vegyük azt az esetet, hogy nem tudjuk pontosan a sima borsómagunk alléljait.

Tehát lehet Aa vagy AA is a sima borsónk allélja. A homozigóta allélár esetén fellépő utódok megjelenését, már az előző példában szemléltettem. Most a heterozigóta allélpár esetén nézzük meg az utódok arányait.

	A	a
a	Aa	aa
a	Aa	aa

Megfigyelhetők, hogy ebben az esetben nagyobb számban jelennek meg a ráncos borsómagot, mint az előbb említett példánkban. A sima, illetve ráncos magok aránya 2:2 lesz. Tehát, a magok fele sima, fele pedig ráncos lesz. A feladat megoldásához látnunk kell, hogy a borsómagok aránya itt 4:1 → sima:ráncos Tehát a 360 borsómagunkból, annak az esélye ,hogy ráncosat kapunk 25%.

A domináns-recesszív öröklődés talán egyik legérdekesebb példája a vércsoport öröklődése.

Nézzünk erre néhány példát!

Tudnunk kell, hogy a vércsoportok alléljainál domináns a A és B vércsoportért felelős allél (ezek egyenrangúak egymással, így jöhet létre az AB vércsoport), illetve recesszív allél a 0 vércsoportért felelős allél. Nézzük végig, hogy milyen allélpárok jöhetnek létre, és azok milyen fenotípust eredményeznek: AA:A vércsoportot eredményez A0:A vércsoportot

eredményez (az A allél domináns jellege miatt) AB:AB vércsoportot eredményez BB:B vércsoportot eredményez B0:B vércsoportot eredményez 00:0 vércsoportot eredményez.

A vércsoportok keresztezéseinek eredményeit az alábbi táblázatban figyelhetjük meg összefoglalóan:

	AB	A0	AA	B0	BB	00
AB	AB	AA,AB,A0,B0	AA,AB	BB,AB,B0	AB,BB	A0,B0
A0	AA,A0,B0,AB	AA,A0,00	AA,A0	AB,A0,B0,00	AB,B0	A0,00
AA	AA,AB	AA,A0	AA	AB,A0	AB	A0
B0	AB,BB,A0,B0	AB,A0,B0,00	AB,A0	BB,B0,00	BB,B0	B0,00
BB	AB,BB	AB,B0	AB	BB,B0	BB	B0
00	A0,B0	A0,00	A0	B0,00	B0	00

Nézzünk néhány példát!

Milyen lehet Marcsi vércsoportja, ha az anyukájáé 0-s az apukájáé, pedig B-s? Anya vércsoportjának alléljai egyértelműen meghatározhatóak, hiszen csak a 00 allélpár eredményez nullás vércsoportot. Apa alléljai lehetnek: BB, B0, hisz mindkét allélpárnak a fenotípusa a B vércsoport lesz. Tegyük fel (a feladat egyszerűbb megoldása érdekében), hogy apa tudja, hogy neki heterozigóta allélpár felelős a vércsoportjáért! Anyukája alléljai: 00 (hiszen csak így lehet 0-s vércsoportja!) Apukájáé: B0 (mivel tudjuk, hogy heterozigóta allélpárja van) $00+B0 \rightarrow 0B, 0B, 00, 00$ Ebben az esetben Marcsinak 50% az esélye arra, hogy B-s vércsoportú legyen és 50% arra, hogy 0-s vércsoportú legyen. Ha Marcsinak, a párja egy 0-s vércsoportú fiatalember lenne, a gyermekei vércsoportja a következőképpen alakulhatna: $00+0B \rightarrow 00, 00, 0B, 0B$

$00+00 \rightarrow 00, 00, 00, 00$

Annak az esélye, hogy Marcsi és 0 vércsoportú párja gyermekének a vércsoportja B-s lesz $\frac{1}{4}$, tehát 25%, viszont annak, hogy 0-s lesz 75% ($\frac{2}{8} \rightarrow \frac{1}{4}$ ---; 25%)

A vércsoportoknál még hozzá szoktunk tenni egy jelzőt a betűn, illetve számon kívül és ez a pozitív, avagy negatív jelző)

Ebben az esetben a pozitív vércsoportot eredményező gén alléljai dominánsak, a negatívval szemben.

Példa:

Egy pozitív és egy negatív vércsoportú ember gyermekei lehetnek:

$DD+dd \rightarrow Dd, Dd, Dd, Dd$

Vagy

$Dd+dd \rightarrow Dd, dd, Dd, dd$ (Ebben az esetben lehet negatív gyermek is)

A mellékletben egy táblázatban szemléltetem, hogy milyen vércsoportú embereknek, milyen vércsoportú gyermekei születhetnek.

A mellékletben szereplő következő táblázatban már figyelembe vesszük a teljes vércsoportot (tehát amely számot vagy betűt is és pozitív, negatív megkülönböztetést is visel):

Érdekességek az öröklődésben:

Az **episztázis** a gének kölcsönhatás. A lovag színénél beszélhetünk erről a jelenségről.

Abban az esetben, ha vörös lovat keresztezünk szürkével megjelenik a fekete színű ló is, a vörös viszont nagyon csekély számban jelenik meg. Az arányok: szürke: fekete: vörös → 12:3:1

Kriptoméria a rejtett tulajdonságot megjelenését jelenti az második nemzedékben. Az egereknél fehér és albinó egér keresztezésénél az utódok közt szürke, fekete és albinó állatok is megtalálhatóak. Míg az első nemzedékben csak szürke egerek lesznek.

Génmanipuláció: A génmanipuláció – másik nevén génmódosítás – egy olyan eljárás elnevezése, amelynek során a szervezet DNS-szerkezetének egy részét kivágják, s a hiányzó részt más génekkel helyettesítik.

Most érkezett el az az idő, hogy a dolgozatom elején már megemlített neves genetikusunkról ejtsék pár szót, Czeizel Endréről. A professzor nevéhez fűződik a Genetikai Ártalmak Társadalmi Megelőzése Alapítvány. Czeizel Endre a betegségek és más egyéb tulajdonságot öröklődésével foglalkozik, az emberek életében, illetve azt megelőző korszakban is, vagyis a magzati korszakban. A professzort a legtöbben a magzati korban kialakuló, kimutatható genetikai problémákról szóló értekezéseiről, előadásairól ismerik. Valóban a professzor munkássága során erre fekteti a fő hangsúlyt, ám ezen felül még igen sok téren kutatott, mint például családfák felkutatásával, illetve a családok genetikai állományának felkutatásával, a betegségek, rendellenességek öröklődéséről egy nemzedéken belül. Professzornak televíziós műsora is létrejött, melyben a terhes nőknek ad tájékoztatást ezen állapot 9 hónapában folyó változásokról. Előadásai mindenki számára érthető nyelven folynak, de mégis teljes mértékben megalapozottak.

Az emberi öröklődésnél meg kell említenünk a különböző betegséget öröklődését. Ebben az esetben megkülönböztetünk dominánsan öröklődő betegségeket és recesszíven öröklődőket. A dominánsan öröklődő betegségeknél, ha az az allél megjelenik a szervezetben, mely e problémáért felelős, minden esetben jelen lesz a kór a szervezetben. Ezzel ellentétben, a recesszíven öröklődő betegséget, csak akkor jelennek meg az emberben, ha mindkét szülőtől

olyan allélt kapott, melyben jelen van a betegség. A véralvadásnál például recesszíven öröklődik a vérzékenység, ezzel ellentétben domináns a nem vérzékenység, tehát egy személy, akkor lesz vérzékeny, ha mindkét közvetlen felmenőjétől olyan allélt kapott, mely a vérzékenységért felelős.

A biomatematika témaköre természetesen a folyamatos kutatások során bővül. Jelen esetben célom eléréséhez, az eddig megszerzett információk elengedőek voltak számomra.

3. Biomatematika alsó tagozatban



Számomra a legfontosabb a biomatematika minél pontosabb megismerése során, ismeretszerzésem közben is az volt, hogy mindezt, hogyan tudnám eljuttatni az alsó tagozatos gyermekekhez. Milyen módon lehetne úgy leegyszerűsíteni a komoly kutatások eredményeképpen születő összefüggéseket, hogy azt a 6-10 éves korosztály is megérte, elsajátítsa. Mennyire kell leegyszerűsíteni az ilyen biomatematikai képleteket, gondolatmenete, ahhoz, hogy ezek a gyermekek is részt vehessen ezen dolgok megismerésében, tanulmányozásában. Kutatásom, illetve a gyermekek előtt referált előadásom elkészítése során rádöbbsentem arra, hogy e tudomány leegyszerűsítése, talán annyira nehéz, mint a további kutatások elvégzése. Az összetett biomatematikai feladatokról, számolásokról eljutni a gyermeki lélek, szellem számára is megérthető, felfogható, elsajátítható feladatokig, példákig komoly gondolkodás eredménye volt. Gyermekek szellemi képességeihez mérten kell elkészíteni a bemutatót, a példafeladatokat és azokat a feladatokat, melyek annak tesztelésére szolgálnak, hogy a gyermek milyen szinten sajátította el, értette meg a délután elhangzottakat. Ebben a korosztályban fontos a játékosság, és mint minden korosztályban a gyermekek motiválása a következőkben elhangzottak megjegyzésére, a pontos feladatmegoldásra. Első ilyen jellegű látogatásomkor a 4. osztályba, csak az egyszerűbb intermedier öröklődésre vonatkozó szemléltetőanyagot, feladatokat vittem a gyermekek számára. A foglalkozás elején motivációként egy keresztrejtvényt készítettem a gyermekek számára, melyet frontális munkaformával oldottunk meg közösen. A keresztrejtvény soraiban olyan fogalmakat adtam meg, melyeket a tanulók matematika illetve természetismeret órán hallanak, alkalmaznak. Ezután ráveztettem őket arra, hogy egy olyan új

ismeretet fogok átadni a számukra, mely ennek a két tantárgyuknak az ötvöze, keresztezése, ezt a tanító munkáján alapuló módszereken belül, a szóbeli közlések közül a magyarázat formájában adtam elő a gyermekeknek. Számomra meglepő módon, a 4. osztályos gyermekek be tudták azonosítani a biomatematika kifejezését úgy is, mint a matematika és a biológia közös része. A keresztrejtvény megfejtése a virág szó, így a gyermekekkel a virágokat, „hívtuk segítségül” a tulajdonságok öröklődésének megfigyeléséhez. A tanulok számára főleg azok a dolgok érhetőek könnyedén, melyekbe bele tudják élni magukat, hozzájuk közeli, ezért a foglalkozás elején rájuk irányuló kérdésekkel, mondatokkal keltettem fel a gyermekek érdeklődését. Ilyen például a „Hallottátok már azt a kifejezést, hogy tiszta anyja vagy tiszta apja valaki, biztosan rátok is mondtak már ilyet.” Gyermekek többsége természetesen igennel válaszoltak-e kérdésemre, így ebből a feltevésből ki tudtunk indulni a biomatematika elsajátítása korai szakaszában. Itt már a beszélgetés módszerét alkalmaztam, hisz a gyermekek válaszoltak az általam feltett kérdésekre. Ezután elmondtam nekik, hogy a gyermekek, ahogy ők is a szüleiktől kapják a tulajdonságokat. Ennél a résznél szintén a magyarázat módszerét alkalmazhat, hisz ők ismeret átadásánál ez a célszerű módszer. Elmondtam, hogy, ez a virágoknál is így van. Megfigyelték a gyermekek, hogy egy rózsaszín virágnak milyen színűek lehetnek a „szülei”. Először nekik kellett kitalálni, majd együtt levezettük, azt, hogy miért is piros és fehér virág leszármazottja a rózsaszín virág. Itt konkrét megfigyelési szempontokat adtam a tanulóknak, tehát konkrétan a virágok színére összpontosítottak.



1. ábra Vetítés



2. ábra Vetítés

Bár ebben a korban még nem ismert számukra az arány kifejezés, de arra rá lehetett őket vezetni, hogy hanyad része lesz a virágoknak rózsaszín. A következőkben példákat

néztünk, a következő variációkra: Piros virágot keresztezek rózsaszínnel, fehér virágot keresztezek rózsaszínnel, rózsaszín virágot keresztezek rózsaszínnel. Az összes lehetőségnél megnéztük, hogy mely „virágszülőknek” milyen utódai jöhetnek létre, és azoknak hanyad része lesz, fehér, piros illetve rózsaszín. Az foglalkozás végi szintetizáláshoz, a délután elején kiosztott színkártyákat használtuk, melyre minden gyermeknek rá kellett írnia a nevét és a táblán lévő halmazokba a megfelelő helyen tennie saját magát, aszerint, hogy kik lehetnek a szülei. Ezt minden gyermek élvezte, hiszen mozoghattak, kijöhettek a táblához. Ezen felül úgy gondolom, hogy ez a feladat olyan szempontból is megfelelő volt, hogy összefoglaltuk az azelőtt elhangzott új ismereteket és ezt egy ábrán is megtekintettük



A foglalkozás során végig képeket használtam szemléltetőeszközként, hisz ezeken jobban szemléltethető az egyes virágoknak a színe. Eszközként alkalmaztam a számítógépet, interaktív anyagot, melyet én készítettem el és a mellékletekben megtekinthető.

Végül a gyermekek kitöltötték egy 7 kérdésből álló feladatlapot, mellyel felmértük, hogy az elhangzott ismereteket, milyen szinten értették meg, sajátították el. A tesztek eredménye a következő lett:

Megoldás	1.feladat	2.feladat	3.feladat	4.feladat	5.feladat a része	5.feladat b, része	5.feladat c, része
Helyes	11	9	9	7	5	6	5
Helytelen/nem válaszolt	0	2	2	4	6	5	6

Megoldások	6.feladat a, része	6.feladat b, része	6.feladat c,része	6.feladat d, része	7.feladat a, része	7.feladat b, része
Helyes	8	8	7	6	9	5
Helytelen/nem válaszolt	3	3	4	5	2	6

	1.feladat	2.feladat	3.feladat	4.feladat	5.feladat a, rész	5, feladat b, rész	5.feladat c, rész
Helyes	100%	81,8%	81,8%	63,6%	45,4	54,5%	45,4%

	6.feladat a, rész	6.feladat b, rész	6.feladat c, rész	6.feladat d, rész	7.feladat a, rész	7.feladat b, rész
Helyes	72,7%	72,7%	63,6%	54,5%	81,8%	45,4%

Az feltüntetett táblázatok alapján megfigyelhetjük, hogy minden kérdésre közel a gyermekek fele jó választ adott. Véleményem szerint ez az első foglalkozás után igen meglepő eredmény, hisz a felnőttek csekély része értené meg ezen feladatokat, ilyen rövid idő alatt (a foglalkozásra 45 perc állt a lehetőségemre, hogy ezzel ne hátráltassam a gyermekek tanulását, napközis elfoglaltságát). A gyermekek végig aktívan részt vettek a feladatok levezetésében, közösen mondták velem a megoldásokat, illetve jelentkezéssel jelezték, ha tudták valamire a megfejtést. A délután nagyon jó hangulatban telt és emellett a biomatematika egy kis részét is elsajátíthatták a tanulók.



Meglepően figyeltem meg azt is, hogy az idegen allél szót, szinte azonnal megjegyezte az össze gyermek (feladatlapom első kérdése erre irányult). Ezt a feladatok megoldása folyamán szándékosan többször is hangoztattam, remélve azt, hogy így bevésődik a 4. osztályosoknak is. reményeim teljesültek és a 11 gyermekből 8 pontosan leírta az allél szót, egy gyermek allér-nek írta, 3 gyermek pedig a Mi felelős a „gyermekek” tulajdonságaiért? Kérdésre a szülők választ adta, mely szintén megfelel a valóságnak. második kérdés már a virágok színének öröklődésére irányult a 11 tanuló közül kilencen jó választ adtak. A következő feladatban arra vártam választ, hogy fehér és piros színű virágnak milyen színű utódjai jöhetnek létre. Mindössze 2 gyermek adott helytelen választ erre a kérdésre. Ezt követő kérdésemmel arra kerestem a választ, hogy a gyermekek tudják-e, mekkora a valószínűsége annak, hogy rózsaszín virágom lesz akkor, ha piros és fehér virágot keresztezek. Mivel ebben az esetben minden virág rózsaszín lesz, így ez a feladat a legtöbb tanulónak nem okozott nehézséget, és megadta a helyes megoldást, a 100%-ot. Az ötödik feladat már összetettebb volt, mert ebben az esetben a gyermekeknek szintén piros és fehér virágot kellett kereszteznünk, de itt már le kellett vezetniük azt is, hogy mekkora számban jelennek meg a piros, fehér és a rózsaszín virágok. Ennél a feladatnál a gyermekek figyelmének több irányba kellett osztódnia, ezért a feladatok megoldásainál már kevésbé jó eredmények születtek, de itt is megfigyelhető, hogy alig kevesebb, mint a gyermekek fele jó végeredménnyel csinálta meg a kiadott teszt részt. Ezután egy még összetettebb feladat következett, ennél a résznél egy piros és egy rózsaszín virágot kellett kereszteznie a fiataloknak, és ezután válaszolnia olyan kérdésekre, melyek kitértek az egyes virágok számára ezen esetben, illetve már a virág megjelenésének valószínűségére is Meglepő módon a 11 gyermek közül 8-6 gyermek jó választ adott a feltett kérdésekre. Az utoljára feltett kérdés már

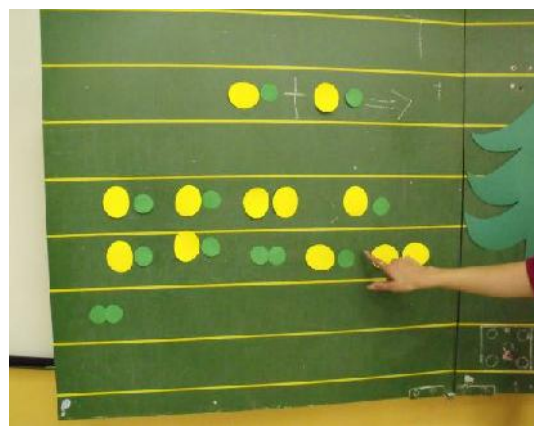
a rózsaszín virág rózsaszín virággal való keresztezésére irányult. A kérdés az ebben az esetben megjelenő fehér virágokról szólt, arról, hogy lesz-e egyáltalán ilyen, erre a kérdésre 9 gyermek adta meg a megfelelő választ, a második része azonban nehezebbnek bizonyult számukra, mivel ott már csak 5 jó válasz született. A tesztek elvégzése és kiértékelése után, arra a következtetésre jutottam, hogy az alsó tagozatos gyermekek megérthetik a biomatematikát, a saját szintjükre leegyszerűsítve, a hozzájuk közel álló módon szemléltetve, előadva. A biomatematika iránt igen nagy érdeklődést mutattak a negyedik osztályosok, hisz óra végén arra a kérdésemre, hogy szeretnék-e még ebben a témakörben kicsit nehezebb feladatokat végezni a gyermekek nagyszámmal emelték a magasba a kezüket, jelezve azt, hogy érdekli őket a téma és további foglalkozásokon is szívesen vennének részt. A továbbiakban tervezem a gyermekekhez eljuttatni a domináns-recesszív öröklődés leegyszerűsített változatát, illetve más, alsóbb éves gyermekekhez is eljutni ezzel a témakörrel.

A második foglalkozás során a domináns-recesszív öröklődés alapjait próbáltam szemléltetni a tanuló számára. Ezt szintén a gyakorlóiskola 4.osztályában tettem meg. A foglalkozás elején átismételtük az előző foglalkozás során szemléltetett intermedier öröklődés alapjait. A gyermekek számára ismerttettem az első foglalkozás végén kitöltött tesztek eredményeit, hisz nagy lelkesedéssel érdeklődtek iránta, és bármilyen tesztfeladatot töltetünk ki a gyermekekkel, minden esetben nélkülözhetetlen az értékelés, ellenőrzés. Esetemben erre, a teszt kitöltése után nem volt lehetőség, így ezen az alkalmon pótoltam ezt.



A tesztek értékelése, illetve az ismétlés után a magyarázat módszerével ismerttettem a gyermekek számára a domináns, illetve recesszív szó jelentését. A borsómagok színének öröklődésénél elmondtam, hogy a sárga színért felelős allél dominál, a zöld színért felelős

alléllal szemben. Kartonból kinyírt borsók segítségével szemléltettem a gyermekek számára, hogy , ha a sárga színért felelős allél megjelenik egy borsómagban ,akkor a borsó sárga lesz. Ezt a borsómagok méretével szemléltettem a gyermekeknek,a sárga borsómagért felelős allél nagyobb így,ha rátesszük a zöldre,akkor az eltakarja azt,így a sárga szín fog látszódni,tehát ez lesz a fenotípus. A gyermekek feladata az volt,hogy páros munkaformában,mindenki kapott egy allélt,és össze kellett párosítaniuk a társukkal az alléljukat. Ezután meg kellett nézni,hogy milyen fenotípust eredményez az ő allélpárjuk,tehát milyen színű lesz. A táblán fent volt egy szülőpár keresztezésének képlete. Azoknak a pároknak,akiknek a genotípusa megegyezett a szülőpáros utódjának lehetséges fenotípusával,fel kellett raknia a szülőpár alá a saját borsóját. Ez a feladat segítette abban a gyermekeket,hogy megnézhessék,hogy mennyi kombináció is jöhet létre véletlenszerű színkiosztás esetén,illetve a szülők utódjainak lehetőségeit is nagyszerűen szemlélteti ezen feladat. A második foglalkozás végén nem töltöttek ki tesztet a gyermekek,hiszen a feladat megoldásához elengedhetetlen volt a domináns-recesszív öröklődés. A foglalkozás végén előzetes gyűjtőmunkaként adtam ki ,hogy minden gyermek kérdezze meg otthon,hogy milyen az ő vércsoportja pontosan,hiszen a továbbiakban ezzel fogunk foglalkozni. Nagy lelkesedéssel fogadták a kérésem.



4. Összegzés

Dolgozatom célja felderíteni, hogy a biomatematika tudományát milyen módszerekkel, milyen eredményekkel lehetséges szemléltetni az alsó tagozatos kisdíákok körében. Éretni fogják-e a 6-10 éves gyermekek a biomatematika alapjait, ha azt a saját nyelvükön, saját képességeiknek, illetve a tananyag-tartalomnak megfelelően adjuk át számukra. Legfőképpen azért tartom fontosnak a biomatematika szemléltetését az általános iskolába, mert napjainkban egyre nehezebb bekerülni a fiataloknak a felsőoktatásba és

véleményem szerint az évek folyamán ez csak egyre nehezedni fog. A gyermekeket kezdetektől fogva, úgy kell oktatnunk, hogy tudatában vagyunk azzal, a gyermek milyen szerepet kíván vállalni a világban a későbbiekben, illetve azzal, hogy milyen tudományok érdeklik, milyen képességekben, részképességekben, tudományokban kiemelkedő a gyermek. Azokkal a gyermekekkel, akik érdeklődést mutatnak, mint biológia (természetismeret), mint a matematika tudománya iránt, lehetőség lenne ezt a kettőt összekötni és a biomatematika tudományát bemutatni számukra. A későbbiekben, tanulmányom befejezése után, reménykedem benne, hogy lehetőségem nyílik olyan osztályt indítani, melyben már megjelenhetne egy kidolgozott biomatematikai szakkör, ahol a gyermekek részletesebben, hosszútávon foglalkozhatnak ezzel a tudománnyal. A tudomány fejleszti a gyermek emlékezetét, mivel idegen szavakat kell megjegyezni, illetve a kombinációkat, ezen felül a logikus gondolkodásmódot is fejleszti, mint a legtöbb logikai gondolkodtató feladat. A szókincs bővül a gyermekeknek a biomatematikai ismeretszerzés során, illetve a számolási képesség. Páros munkák alkalmazásával nevelhetjük a gyermekeket az együttműködésre, illetve empátiára, egymás segítésére.

Mielőtt azonban a gyermekek körében népszerűsítettem volna a biomatematikát, eljuttattam volna hozzájuk e tudomány alapjait, kutatómunkát végeztem, a biomatematikában előforduló fogalmakkal kapcsolatban. Utánanéztem és részletesen átismételtem az intermedier és a domináns-recesszív öröklődés típusait, tulajdonságait. Újra átismételtem Mendel I. illetve Mendel II. törvényét, hogy ezeket biztos tudással tudjam a későbbiekben alkalmazni.

Ezután elkészítettem egy szemléltetőanyagot a gyermekek számára, Hosszas gondolkodás után, arra a döntésre jutottam, hogy a kezdetekben elegendő az egyszerűbb, intermedier öröklődést szemléltetni a gyermeknek. A szemléltetőanyagomat a Szent István Egyetem Alkalmazott Bölcsészeti és Pedagógiai Kar Gyakorló Általános Iskolájának 4. osztályában mutattam be.

A foglalkozás elejét egy motivációs feladattal kezdtem keresztrejtvény formájában, melynek minden meghatározása egy matematikai vagy biológiai fogalom megoldását eredményezte. A keresztrejtvény megfejtése a virág szó lett, Így egyidejűleg vezettem rá a gyermekeket arra, hogy egy olyan tudományról fogunk beszélni ebben a 45 percben (hiszen a foglalkozásom megtartására ennyi idő jutott, így a gyermekeket sem hátráltatta ez a napközis feladataik elvégzésében), amely a biológia (meglepő módon a tanulók ismerték ezt a

tantárgyat) , illetve a matematika határterülete, és arra, hogy ehhez a virágokat fogjuk segítségül hívni. Az intermedier öröklődés bemutatásához a kezdetekben az interaktív táblát használva példákat vetítettem ki a kisdíákoknak, melyeket együtt, frontális munkaformában, a magyarázat módszerével ismertettem számukra. Ezután példafeladatokat is oldottunk meg, arra vonatkozóan, hogy ha különböző színű virágokat keresztezünk egymással, milyen színű virágok jelenhettek meg az első nemzedékben, illetve azok milyen arányban jelentkeznek. A továbbiakban a gyermekek mozgatásával próbáltam érdekesebbé tenni a foglalkozást, így mindenki kapott egy színes papírt melyre rá kellett írnia nevét. Ezek a papírok jelezték a gyermekek színét, amikor ők virágok voltak. A feladatuk az volt, hogy egy halmazrendszerbe kellett elhelyezniük magukat, abba a halmazba, vagy halmazok közös részébe, ahol az ők szüleik megtalálhatóak voltak. Előtte átismételtük együtt, hogy melyik virágnak, milyen színű felmenői lehetnek. A feladat megoldása nem okozott nehézséget a gyermekeknek és legnagyobb öröömre nagyon élvezték is azt. A foglalkozás végén kitöltöttek egy 7 kérdésből álló tesztet, melynek eredményeivel megfigyelhetjük azt, hogy milyen szinten sikerült elsajátítaniuk a gyermekeknek a biomatematika, azon belül is a z intermedier öröklődés alapjait ebben a 45 percben. A tesztek kiértékelése után meglepő eredményt tapasztaltam. A kezdeti kérésekre a gyermekek nagyobb része jó választ adott és alig figyelhetünk meg olyan feladatot, melyre kevesebb, mint a gyermekek fele adott volna jó választ. A foglalkozás végén feltettem azt a kérdést a tanulóknak, hogy szeretnének-e még ezekhez hasonló feladatokat megoldani ebben a témakörben és a legtöbben igenlő választ adtak. Ezért is tervezem a továbbiakban több foglalkozás megtartását az osztályban, esetleg nehezebb, domináns-recesszív öröklődésre irányuló feladatokkal is. Ezen kívül reménykedek abban, hogy eljuthatok a szemléltetőanyagommal alsóbb évfolyamokhoz is és megfigyelhetem azt, hogy számukra mennyire megfelelő ez a szemléltetőmódszer.

A szemléltetés sikeresnek tekinthető,ugyanis a gyermekek nagy érdeklődést mutattak a biomatematika iránt,és további foglalkozások után érdeklődtek.A gyerekek rettentően fogékonyak ebben a korban minden új ismeretre,ezért lehet számukra megfelelő ebben a korban bevezetni a biomatematikát.A foglalkozásokat a gyermekek élvezték, szeretettel vártak vissza,érdeklődtek a további időpontok felől.

A további terveim között szerepel még több osztályba való szemléltetése a biomatermatikának, illetve alsóbb tagozatokba való eljutás. Természetesen ez a gyermekek

életkori sajátosságainak és a tananyagtartalomnak megfelelően. Tehát első illetve második osztályba nem érdemes a biomatematikával ilyen szinten foglalkozni, hisz a gyermekek még nem tanulták az alapvető fogalmakat, műveleteket, melyek a feladatok megértéséhez nélkülözhetetlenek. Ebben a korban még csak beszélgetés lehetséges a virágok színeiről, esetleg, hogy ki milyen virágot ismer, természet otthon. Szintúgy az állatok esetében. Beszélgetetünk a vércsoportokról, gyűjtőmunkába kiadni, hogy kinek milyen a vércsoportja.

Dolgozatom lezárásául szertném megemlíteni, hogy a gyermekek közt nagyon jól éreztem magam és úgy gondolom, hogy ők is jól érezték magukat a foglalkozásokon, ezen felül hasznos volt számukra a dolgozatom megírásához szükséges együtt eltöltött idő. Dolgozatom leadása után is tervezem további foglalkozások megtartását.

Bibliográfia

- 1. kép:http://www.behav.org/gene/dna/dns_01_szerk.htm
- **Dr. Lénárd Gábor, középiskolai tanár: Biológia II. a gimnáziumok 11. évfolyama számára** Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002
- **Dr. Lénárd Gábor, középiskolai tanár? Biológia III. a gimnáziumok 12. évfolyama számára,** Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003
- **Kosztolányi József, Kosztolányi István, Pintér Klára, Urbán József, Vincze István: Sokszínű matematika** 11. negyedik kiadás, Mozaik kiadó, Szegeden, 2006
- **Borissza Endre, Villányi Attila, Zentai Gábor: Ötösöm lesz genetikából. Példatár és feladatgyűjtemény,** Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1995
- **Izsák János, Juhász - Nagy Pál, Varga Zoltán: Bevezetés a biomatematikába,** Tankönyvkiadó, Budapest 1982
- **Dr. Németh Gábor: Így oldunk meg, genetikai feladatokat,** Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1997

Mellékletek

1.számú melléklet:

Biológiai fogalmak

DNS összetétele: A Nukleinsavaknak két nagy csoportjuk van, a felépítésben résztvevő pentóztól és nitrogén tartalmú szerves bázisoktól függően, a dezoxiribózt tartalmazó dezoxiribonukleinsav (DNS) és a ribózt tartalmazó ribonukleinsav, tehát az RNS. A nukleinsavak szerkezetileg csak a bázisokban különböznek egymástól, tehát a bázissorrend a meghatározó. A DNS molekulát alkotó nukleotidoknál négy féle bázis található meg. A DNS molekula két egymással szemben, ellentétesen futó polinukleotid-láncból áll. A két láncot hidrogénkötések kötik össze, ahhoz, hogy ezek létrejöhessenek meghatározó a bázisok szerkezete. A nagyobb méretű purinbázissal szemben egy kisebb méretű pirimidin bázis helyezkedik el.

Így tehát az adeninbázissal szemben a másik láncon csak timinbázis helyezkedhet el, mert mindkettjük két hidrogénkötést tud létrehozni. Tehát tulajdonképpen, röviden két polinukleotid szálból álló, kettős spirál a DNS.

Matematikai fogalmak:

Természetesen itt már komoly számításokat lehet végezni, hogy melyik genotípusú borsómagból mennyi lehet, mik az arányok a genotípusok között, mi az arány a fenotípusok között, egyáltalán milyen genotípusok jöhetnek létre stb, de a számítások elvégzése előtt, ismertetném a biomatematikaához kapcsolódó matematikai alapfogalmakat:

Kezdeném a **kombinatorika** fogalmával, ugyanis ezt alkalmazzuk, mikor az allélok változatainak lehetséges kombinációit keressük. A szó jelentése kapcsolástan. Véges számú halmaz elemeinek, valamilyen szabály szerint történő csoportosításával, kiválasztásával, sorrendbe rakásával foglalkozik.

A kombinatorika bemutatását először egy szintén olyan matematikai törvényszerűséggel szeretném bemutatni, ami kapcsolódik a biológiához, tehát a Fibonacci-számokkal. Vegyük példának a nyulak szaporodását. Egy nyúlpárnak havonta egyszer születik két kölyke, egy

hím és egy nőtény. A kölykök a születésük után két hónappal kölykeznek először. (A példa Kosztolányi József, Kosztolányi István, Pintér Klára, Urbán József, Vincze István: Sokszínű matematika 11. című középiskolai tankönyv negyedik kiadásából való, melyet a Mozaik kiadó adott ki Szegeden 2006-ban).

Ez alapján levezethető, hogy az év elején 1 nyúlpár van, a következő hónapban szintén 1 nyúlpár lesz, mivel csak két hónaposan kölykeznek. A 2. hónapban már 2 nyúlpárunk lesz, ugyanis megszületik az első párnak az első 2 kölyke, a 3. hónapban az első nyúlpárnak születik kölyke, de az előző hónapban született párnak még nem, így ebben a hónapban 3 nyúlpárunk lesz. Ezen gondolatmenet alapján számolhatunk tovább és megkapjuk a Fibonacci számsorozatot, ami a következő: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34....

A kombinatorika egy ága a **permutációk**. Megkülönböztetünk **ismétlés nélküli permutációt**, mely adott n elemű halmaz elemeinek sorba rendezését jelenti. Egy adott n elemű halmaz permutációinak száma $n!$ Például hányféleképpen sorakoztathatunk föl egy 26 fős osztály tagjait? $26!$ (faktoriális) a megoldásunk. Ha az elemek között van olyan, amelyik többször is előfordul, akkor az elemek egy sorba rendezését **ismétléses permutációnak** hívjuk.

Példa: Hányféleképpen lehet sorba rendezni az x, x, x, y, z, z, z, z betűket? Itt $n=8$ elemünk van, összesen 4 fajta, x betűből 3, y betűből 1, z és z, z betűkből 2 darab. Amikor az azonos betűk sorrendjét cseréljük meg, akkor nem kapunk új sorrendet, így az azonos betűk sorrendjével le kell osztanunk. Ebből kifolyólag a lehetséges sorrendek szám:

$$P_8^{(3;1;2;2)} = \frac{8!}{3! \cdot 1! \cdot 2! \cdot 2!} = 1680$$

Ennek alapján a megoldó képlet:

$$P_n^{(k_1; k_2; \dots; k_s)} = \frac{n!}{k_1! \cdot k_2! \cdot \dots \cdot k_s!}$$

A **kombinációnál** szintén megkülönböztetünk **ismétlés nélküli kombinációt** és **ismétléses kombinációt**. Az ismétlés nélküli kombinációt akkor alkalmazzuk, ha n elemszámú véges halmaz elemei közül k elemszámú halmazokat akarunk létrehozni.

Képlete:

$$C_{n;k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

Az ismétléses kombináció akkor alkalmazzuk, amikor adott n elemből k elemszámú multi halmazokat akarunk létrehozni, úgy, hogy van legalább egy multiplikált elem. Képlete:

$$C_{n,k}^i = \binom{n+k-1}{k}$$

A **Variációnál** osztályok szerint permutálunk.

Ismétlés nélküli variáció képlete:

$$V_{n,k} = \frac{n!}{(n-k)!}$$

Ismétléses variáció képlete: (ha legalább egy eleme multiplikált):

$$V_{n,k}^i = n^k$$

A biomatematikában alkalmazott matematikai törvényszerűségek közül az egyik legfontosabb a **valószínűség számítás**.

A kísérleteknek véges sok kimenetele lehetséges, ezeket a kimeneteket **elemi eseményeknek** nevezzük, s ezeknek a H halmaz az **eseménytér** elnevezést kapták. **Biztos eseményről** abban az esetben beszélhetünk, ha az esemény a kísérlet bármely kimenetele közt bekövetkezik. Az üres halmaz megnevezése **lehetetlen esemény**.

Egy adott esemény **gyakorisága**, az a szám, amennyiszer az adott esemény bekövetkezik. Ha a gyakoriság számát elosztjuk az a megfigyelések összes számával, akkor megkapjuk az adott esemény **relatív gyakoriságát**.

Valószínűségi hozzárendelések

Klasszikus valószínűségi hozzárendelést akkor alkalmazzuk, ha véges számú elemi esemény azonos valószínűségű. Képlete: E esemény valószínűsége:

$$P(E) = \frac{\text{kedvez} \dots \dots \dots}{\text{összes elemi esemény száma}}$$

Feltételes valószínűség: Az esemény lehetséges, hogy létrejön. Fontos fogalom az **eloszlás**, mely nem negatív számok egy p_1, p_2, p_3 összegét jelenti, ha az 1. A **binominális eloszlással** olyan helyzeteket lehet modellezni, ahol egy véletlen kísérletet tetszőlegesen sokszor lehet megismételni ugyanolyan körülmények között, miközben azt figyeljük meg, hogy az n ismétlés során hányszor következett be egy adott esemény. A képletben az esemény bekövetkezésének gyakoriságát jelöli k – ez magyarázza a $k = 0, 1, 2, \dots, n$ feltételt –, a figyelemmel követett esemény valószínűségét pedig p – ami pedig a $0 < p < 1$ -et.

Képlete:

$$P(X = k) = \binom{n}{k} p^k (1 - p)^{n-k}, \quad k = 0, 1, 2, \dots, n,$$

Vércsoportok öröklődésének variációi:

2.számú melléklet:

	DD(pozitív)		Dd(pozitív)		dd(negatív)	
DD (pozitív)	DD(pozitív)	DD(pozitív)	DD(pozitív)	DD(pozitív)	Dd(pozitív)	Dd(pozitív)
	DD(pozitív)	DD(pozitív)	Dd(pozitív)	Dd(pozitív)	Dd(pozitív)	Dd(pozitív)
Dd (pozitív)	DD(pozitív)	DD(pozitív)	DD(pozitív)	Dd(pozitív)	Dd(pozitív)	Dd(pozitív)
	Dd(pozitív)	Dd(pozitív)	Dd(pozitív)	Dd(negatív)	dd (negatív)	dd(negatív)
Dd (negatív)	Dd(pozitív)	Dd(pozitív)	Dd(pozitív)	Dd(pozitív)	Dd (negatív)	dd(negatív)
	Dd(pozitív)	Dd(pozitív)	dd(negatív)	dd (negatív)	dd (negatív)	dd(negatív)

3.számú melléklet:

	A0-	A0+ DD	Dd	AA-	AA+ DD	Dd	B0-	B0+ DD	Dd	BB-	BB+ DD	Dd	AB-	AB+ DD	Dd	00-	00+ DD	Dd
A0-	AA- A0- 00-	AA+ A0+ 00+	AA+ AA- A0- A0+ 00- 00+	AA- A0-	AA+ A0+	AA- AA+ A0- A0+	A0- B0- AB- 00-	B0+ AB+ 00+ A0+	B0+ B0- AB+ AB- 00+ 00- A0+ A0-	AB- B0-	AB+ B0+	AB+ AB- B0+ B0-	AA- A0- B0-	AA+ AB+ A0+ B0+	AA+ AA- AB+ AB- A0+ A0- B0+ B0-	A0- 00-	A0+ 00+	A0+ A0- 00+ 00-
A0+ DD	A0+ AA+ 00+	AA+ A0+ 00+	AA+ A0+ 00+	AA+ A0+	AA+ A0+	AA+ A0+	A0+ B0+ 00+ AB+	A0+ AB+ 00+ B0+	A0+ AB+ 00+ B0+	AB+ B0+	AB+ B0+	AB+ B0+	AA+ A0+ B0+	AA+ AB+ A0+ B0+	AA+ AB+ A0+ B0+	A0+ 00+	A0+ 00+	A0+ 00+
Dd	A0+ A0- AA- AA+ 00- 00+	AA+ A0+ 00+	AA+ AA- A0+ A0- 00+ 00-	AA+ AA- A0+ A0-	AA+ A0+	AA+ AA- A0+ A0-	A0+ A0- B0+ B0- 00+ 00- AB+ AB-	A0+ AB+ 00+ B0+	A0+ A0- AB+ AB- 00-	AB+ AB- B0+ B0-	AB+ B0+	AB+ AB- B0+ B0-	AA+ AA- A0+ A0- B0+ B0-	A0+ AA+ B0+ AB+	AA+ AA- AB+ AB- A0+ A0- B0+ B0-	A0+ A0- 00+ 00-	A0+ 00+	A0+ A0- 00+ 00-
AA+ DD	AA+ A0+	AA+ A0+	AA+ A0+	AA+ AA-	AA+ AA-	AA+ AA-	AB+ A0+	AB+ A0+	AB+ A0+	AB+ AA-	AB+ AA-	AB+ AA-	AA+ AB+	AA+ AB+	AA+ BB+	A0+ A0+	A0+ A0+	A0+ A0-
Dd	AA+ AA- A0+ A0-	AA+ A0+	AA+ AA- A0+ A0-	AA+ AA-	AA+ AA-	AA+ AA-	AB+ AB- A0+ A0-	AB+ A0+ A0-	AB+ AB- A0+ A0-	AB+ AB-	AB+ AB-	AB+ AB-	AA+ AA- AB+ AB-	AA+ AB+	AA+ AA- AB+ AB-	A0+ A0-	A0+ A0+	A0+ A0-
AA-	AA- A0-	AA+ A0+	AA+ AA- A0+ A0-	AA- AA-	AA+ AA-	AA+ AA-	AB- A0-	A0+ AB+	AB- AB+ A0+ A0-	AB- AA-	AB+ AA-	AB+ AB-	AA- AB-	AA+ AB+	AA+ AA- AB+ AB-	A0- A0+	A0+ A0+	A0+ A0-
B0-	AB- A0- B0- 00-	AB+ A0+ B0+ 00+	AB+ AB- A0+ A0- B0+ B0-	AB- A0-	AB+ AA-	AB+ AB-	BB- B0- 00-	BB+ B0+ 00+	BB+ BB- B0+ B0- 00- 00+	BB- B0-	BB+ B0+	BB+ BB- B0+ B0-	A0- BB- AB-	BB+ AB+ B0+ A0+	BB+ BB- AB+ AB- B0+ B0-	B0- 00-	B0+ 00+	B0+ B0- 00+ 00-

			00+ 00-												A0+ A0-			
B0+ DD	AB+ B0+ A0+ 00+	AB+ A0+ B0+ 00+	AB+ A0+ B0+ 00+	AB+ A0+	AB+ A0+	AB+ A0+	BB+ B0+ 00+	BB+ B0+ 00+	BB+ B0+ 00+	BB+ B0+	BB+ B0+	BB+ B0+	A0+ BB+ AB+	BB+ AB+ B0+ A0+	BB+ AB+ B0+ A0+	B0+ 00+	A0+ 00+	A0+ 00+
Dd	AB- AB+ B0- B0+ A0- A0+ 00- 00+	AB+ B0+ A0+ 00+	AB+ AB- B0+ B0- A0+ A0- 00+ 00-	AB+ AB- A0+ A0-	AB+ A0+	AB+ AB- A0- A0+	BB+ BB- B0+ B0- 00+ 00-	B0+ BB+ 00+	B0+ B0- BB+ BB- 00+ 00-	BB+ BB- B0+ B0-	BB+ B0+	BB+ BB- B0+ B0-	A0+ A0- BB+ BB- AB+ AB-	BB+ AB+ B0+ A0+	BB+ BB- AB+ AB- B0+ B0- A0+ A0-	B0+ B0- 00+ 00-	A0+ 00+	A0+ A0- 00+ 00-
BB-	AB- B0-	AB+ B0+	AB+ AB- B0+ B0-	AB-	AB+	AB- AB+	BB- B0-	BB+ B0+	BB+ BB- B0+ B0-	BB-	BB+ BB-	BB+ BB-	AB- BB-	BB+ AB+	BB+ BB- AB+ AB-	B0-	B0+	B0+ B0-
BB+ DD	AB+ B0+	AB+ B0+	AB+ B0+	AB+	AB+	AB+	BB+ B0+	BB+ B0+	BB+ B0+	BB+	BB+ BB-	BB+ BB-	AB+ BB+	BB+ AB+	BB+ AB+	B0+	B0+	B0+
Dd	AB- AB+ B0- B0+	AB+ B0+	AB+ AB- B0+ B0-	AB+ AB-	AB+	AB+ AB-	BB+ BB- B0+ B0-	B0+ BB+	BB+ BB- B0+ B0-	BB+ BB-	BB+ BB-	BB+ BB-	AB+ AB- BB+ BB-	BB+ AB+	BB+ BB- AB+ AB-	B0+	B0+	B0+ B0-
AB-	AA- A0- AB- B0-	AA+ A0+ AB+ B0+	AA+ AA- A0+ A0- B0+ B0-	AA- AB-	AA+ AB+	AA+ AA- AB+ AB-	AB- BB- A0- B0-	AB+ BB+ A0+	AB+ AB- BB+ BB- A0+ A0-	AB- BB-	AB+ BB+	AB+ AB- BB+ BB-	AA- BB- AB-	AB+ AA+ BB+	AB+ AB- AA+ AA- BB+ BB-	B0+ B0-	A0+ B0+	A0+ A0- B0+ B0-
AB+ DD	AB+ A0+ AA+ B0+	AB+ A0+ AA+ B0+	AB+ A0+ AA+ B0+	AA+ AB+	AB+ AA+	AB+ AA+	AB+ BB+ A0+ B0+	AB+ BB+ A0+	AB+ BB+ A0+	AB+ BB+	AB+ BB+	AB+ BB+	AA+ BB+ AB+	AB+ BB+ AA+	AB+ BB+ AA+	A0+ B0+	A0+ B0+	A0+ A0-
Dd	AA- AA+ A0- A0+ AB- AB+	AB+ A0+ AA+ B0+	AB+ AB- A0+ A0- AA+ AA-	AA+ AA- AB+ AB-	AB+ AA+	AB+ AB- AA+ AA-	AB+ AB- BB+ BB- A0+ A0-	AB+ BB+ A0+	AB- AB+ BB+ BB- A0+	AB+ AB- BB+ BB-	BB+ AB+	AB+ AB- BB+ BB-	AA+ AA- BB+ BB- AB+	AB+ BB+ AA+	AB+ AB- BB+ BB- AA+	A0+ A0- B0+ B0-	A0+ B0+	A0+ A0- B0+ B0-

	A0- A0+		B0+ B0-				B0+ B0-		A0-				AB-		AA-			
00-	A0- 00-	A0+ 00+	A0+ A0- 00+ 00-	A0-	A0+	A0+ A0-	B0- 00-	B0+ 00+	B0+ B0 00+ 00-	B0-	B0+	B0+ B0-	A0- B0-	A0+ B0+	A0+ A0- B0+ B0-	00-	00+	00+ 00-
00+ DD	A0+ 00+	A0+ 00+	A0+ 00+	A0+	A0+	A0+	A0+ 00+	B0+ 00+	B0+ 00+	B0+	B0+	B0+	A0+ B0+	A0+ B0+	A0+ B0+	00+	00+	00+
Dd	A0- A0+ 00- 00+	A0+ 00+	A0+ A0- 00+ 00-	A0+ A0-	A0+	A0+ A0-	A0+ A0- 00+ 00-	B0+ 00+	B0+ B0- 00+ 00-	B0+ B0-	B0+	B0+ B0-	A0+ A0- B0+ B0-	A0+ B0+	A0+ A0- B0+ B0-	00+ 00-	00+	00+ 00-

4.számú melléklet:

Szemléltetőanyag a gyermekek számára:

Mit gondoltok ez a virág, milyen virágok keresztezéséből jöhetett létre? Milyen színű? 	Válaszd ki azt a két virágot, amelyik „szülője” lehet az előbb látott virágnak! 
Megoldás:  +  = 	A piros virág alléljai • A piros virágnak két egyforma allélja van Így néz ki: pp • A piros virág ,tehát mindkét felmenőjétől piros allélt kapott,tehát a piros színért felelős allélt,így ő piros lett!
Fehér virág alléljai • A fehér virágnak szintén két egyforma allélja van ff • A fehér virág tehát mindkét szülőjétől a fehér színért felelős allélt kapta!	Rózsaszín virág alléljai • Mit gondoltok ,ha az imént megbeszéltek után tudjuk,hogy a rózsaszín virágnak fehér,illetve piros virág a felmenője,akkor milyen allélokat kapott a szüleitől? pf 

Megoldás

$pp + ff = pf$ (Piros és fehér → rózsaszín)
 pf (Piros és fehér → rózsaszín)
 pf (Piros és fehér → rózsaszín)
 pf (Piros és fehér → rózsaszín)

Tehát a rózsaszín virág az egyik szülőtől a piros színért felelős allélt kapta, a másiktól pedig a fehér színért felelős allélt kapta és e két allél, mivel egyenrangúak, egy új színt, a két szín keverékét, a rózsaszínt hozta létre.

Nézzünk példát!

- Van egy fehér és egy piros virágom a kertemben! Ezek kereszteződnek és összesen 12 új virágom lesz e két virág keresztezéséből.
- Hány virágom lesz fehér?
- Hány virágom lesz piros?
- Hány virágom lesz rózsaszín?

Nézzünk példát!

- Van egy fehér és egy piros virágom a kertemben! Ezek kereszteződnek és összesen 12 új virágom lesz e két virág keresztezéséből.
- Hány virágom lesz fehér?
- Hány virágom lesz piros?
- Hány virágom lesz rózsaszín?

Ha rózsaszín és piros virágot keresztezünk

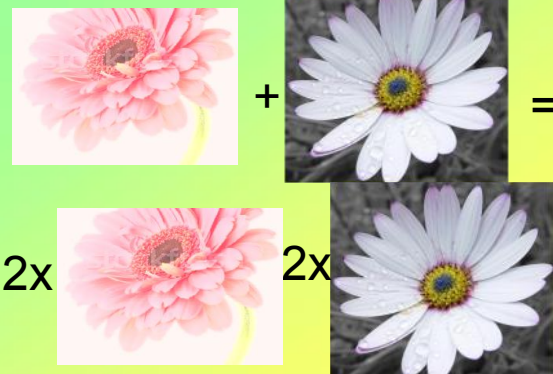
- Amint az előző példában is láthatvátok, ha rózsaszín virágot pirossal keresztezünk, akkor két piros és két rózsaszín virágunk lesz! A miéltre az előbbieket alkalmazásával tudhatjuk meg:

$pp + pf =$
 Piros virág Rózsaszín virág
 két piros allél fehér és rózsaszín allél

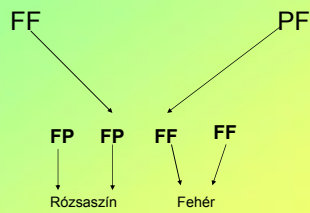
Jöjjön a példa!

- 14 virágom van a kertemben, melynek egyik szülője piros másiknak pedig rózsaszín.
- Hány virágom lesz piros?
- Hány virágom lesz rózsaszín?
- Lesz-e fehér virágom?

Fehér és rózsaszín virág



Fehér és rózsaszín virág



Példa:

- Van 18 virágom. Ebből 9 fehér 9 pedig rózsaszín.
- Milyen színűek voltak a szülei a virágomnak?

Két rózsaszín virág

- Rózsaszín virág alléljai: **p** f
- Kér rózsaszín virág keresztezése:

$$\begin{array}{ccccc} p & f & + & & p & f \\ pp & ff & & pf & pf \end{array}$$



+



=

1x



1x



2x



Például:

- 16 virágom van melynek mindkét szülője rózsaszín.
- Hány virág lesz piros?
- Hány virág lesz fehér?
- Hány virág lesz rózsaszín?
- Mekkora az esélye annak, hogy fehér virágot tépek le a 60 virág közül?

- ## Például:
- 16 virágom van melynek mindkét szülője rózsaszín.
 - Hány virág lesz piros?
 - Hány virág lesz fehér?
 - Hány virág lesz rózsaszín?
 - Mekkora az esélye annak, hogy fehér virágot tépek le a 60 virág közül?

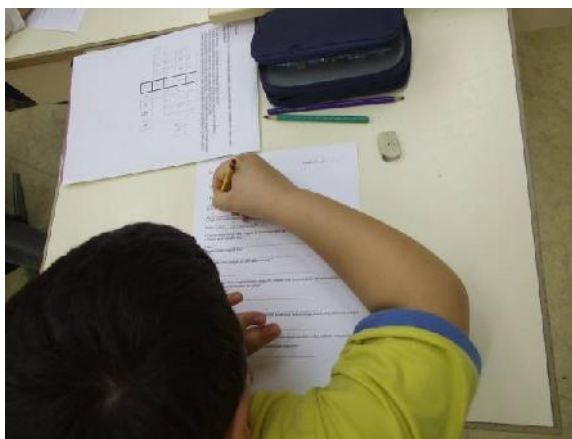
Például:

- 16 virágom van melynek mindkét szülője rózsaszín.
- Hány virág lesz piros?
- Hány virág lesz fehér?
- Hány virág lesz rózsaszín?
- Mekkora az esélye annak, hogy fehér virágot tépek le a 60 virág közül?



5.számú melléklet

Fényképek a foglalkozásról



Keresztrejtvény a gyermekek motiválásának céljából:

1. Virág, fa, bokor ... Összefoglaló nevem hogyan hívjuk ezeket?
2. Ezen osztályba tartozó élőlények testét belső porcos, vagy csontos váz szilárdítja.
3. Milyen műveletet végzel, ha egy adott szám többszörösét keressük?
- 4 .A négy alapművelet egyike, ezt a műveletet végezzük, ha arra vagyunk, hogy hány részre oszthatunk egy számot.
5. Sem az állatok, sem a növények közé nem soroljuk őket, ismert faja például a gyilkos galóca.

	n	ö	v	é	N	y				
g	e	r	i	n	C	e	s	e	K	
s	z	o	r	z	Á	s				
o	s	z	t	á	s					
			g	o	M	b	a			

7.számú melléklet:

Feladatlap a gyermekek számára:

Név: _____

Osztály: _____

1. Mi felelős a „gyermek” tulajdonságaiért?

2. Két színű virág keresztezésénél hányféle virág jön létre az új nemzedékben?

3. Piros és fehér virág keresztezek! Milyen színűek lesznek az utódok?

4. Mekkora a valószínűsége, annak, hogy rózsaszín virágot kapok, ha fehér és piros virágot keresztezek?

Válasz: _____

5. Van egy piros és egy fehér virágom. Kereszteztem őket, így lett 120 új virágom.
a, Mennyi piros virágom lesz?

Válasz: _____

b, Mennyi fehér virágom lesz?

Válasz: _____

c, Lesz-e más színű virágom, ha igen, akkor mennyi?

Válasz: _____

6. Keresztezek egy piros és egy rózsaszín virágot. 96 virágom lesz összesen ebből a keresztezésből.

a, Ebből a 95 virágomból mennyi lesz piros?

b, Mennyi lesz fehér?

Válasz: _____

c, Mennyi lesz rózsaszín?

Válasz: _____

d, Anyukámnak szeretnék adni egyet a 96 virág közül. Mekkora a valószínűsége annak, hogy rózsaszín virágot adok anyának?

Válasz: _____

7, Van két rózsaszín virágom. Elvittem őket egy kertészhez, mert azt szerettem volna, ha fehér virágom lenne a két virágom keresztezéséből .

Mit mondott a kertész lehet-e fehér virágom és mekkora az esély erre?

Válasz: _____