APÊNDICE F - Tabela de categorias e justificativas

Tabela de categorias, citações e justificativas identificadas nas entrevistas realizadas com professores que ensinam Biologia no Ensino Médio (São Paulo-SP, Brasil) e na High School (Kalamazoo MI, EUA) e docentes que ensinam Genética e Biologia Molecular na Universidade de São Paulo e na Western Michigan University a respeito de suas opiniões sobre quais são os conteúdos básicos de Genética para se ensinar para um aluno de Ensino Médio ou High School para que estes se tornem cidadãos críticos. (M= Tipo de Menção; ENT: Código do entrevistado; P = Professor; B= Brasileiro; E = Estadunidense; D = Docente; **+** = menção do conteúdo como básico; **+** = menção do conteúdo como básico após a referência do mesmo pela entrevistadora; **n** = inclusão de conteúdo mencionado como sendo básico; **n** = inclusão de conteúdo mencionado como sendo básico somente após a referência do mesmo pela entrevistadora; **-** = menção do conteúdo como não sendo básico ou sendo secundário; **-** = menção do conteúdo como não sendo básico ou sendo secundário após a referência do mesmo pela entrevistadora)

Conteúdo	M	ENT	Citação	Justificativa
1. Definição de Genética	**+**	DB3	(00:04:45) (...) O que significava o básico nesse momento? Significava ele ter muito firme, muito claro para ele, o que é Genética, o que é hereditário, o que é genótipo, o que é fenótipo, né? (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Então, nesse sentido, a gente usa a Genética como meio para transmitir ao aluno como você vai buscar uma resposta.	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que

				consideramos básicos, (...).
	+	DE6	(00:12:09) (…) No one can look at your genome and predict exactly what you will be, they don't come away with that lesson. And then I have two things… steps a little beyond it: Genetics per se and the significance of it. (…)	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:26:36) E: Could you summarize why you think this content is important for them to become a ([criti …] (00:26:52) citizens?) (00:26:53) Yeah. (00:26:54) DE6: Yeah, well I could treat it anecdotally. I can't turn on the radio and listen to the news stations I listen to…maybe, not all of them are the same…we can't listen to the news for more than a few days without hearing discussions of various issues in Biology including many of these things. They are bombarded with… you know…scientist discovered a new gene for… you name it, or scientist discovered a genetic link between such and so. I can begin to whole particularly understand the tools the scientists use to discover that link, that's not do in terms of genetic manipulations, if you say genetic link, they can't make any connection. The Genetics, what does it mean to them? It means, I guess, I inherit it. I guess that's what that means, you know. (00:27:56) But unless they understand that if you say genetic link, you are talking DNA, you are talking these little things, they are molecular in nature in your cells, that you get from your parents, and if there is a genetic link sooner or later it has to be

				played out, probably through these kinds of molecule interactions and processes. (00:29:11) (…) I'd argue that this even just from a pure matter of being human, having some appreciation what the hell did you inherit from your parents, you know, appreciation that when we say you inherited your blue eyes from your mother, what does that really mean, it means you have genes and how that plays out, I think just to me it's (in common that) anyone to have some appreciation for what they are as biological entities (…) (00:29:56) (…) But more broadly, I mean matters of public policy are just ripe with… ties into to this, and you know, bioethics, it is full of questions about what should we and shouldn't we do in terms of genetic manipulations. Well, you can't even talk about what a genetic manipulation is or appreciate what it means without having, I think, most of what I tried to discuss, in hand. You have to have some environmental construct to appreciate where these things fit. I'd hope that anyone after High School would be in a position to understand just the simple and the most basic issues in Science here. So that they have a solid concept of what is actually in to discussion.
2. Definição de informação genética	+	PE1	((Ao chegar na sala a professora já entregou à entrevistadora algumas folhas de papel	(00:00:16) E: You gave me some contents here that you think that are important, and I

			dizendo que lá estavam os conhecimentos que julgava importante os alunos aprenderem, e os quais ensinava em sua escola. Esse conjunto de conhecimentos foi escolhido por professores de todo o distrito de Kalamazoo)).	would like to know why do you think that it's essential to students in high school know this content. (00:00:48) PE1: Well the first point is that we have to give a standardized test that all students have to take and so this is for one thing state tells us what's important and that part has been taken (not apart hence). (00:02:16) E: So you said that it's important for the test. Do you think that there are other reasons for them to learn it at High School? (00:02:45) I said that that's the most important stuff that what is important for them to understand how genes get passed to one organism to another. (00:03:19) (…) They need to know it because they're living it, they're going to have children on their around, they see what goes on around them. So it's important that they have an understanding of what is happening so, you know, if they have experienced a genetic disorder or know somebody who has experienced a genetic disorder they have basic understanding of what they're talking about. You know, where did they come from. They go to the doctor and the doctor tells them "when do you have a family history of…" they'll understand why that's important. So, you know, it is part of their everyday life even thought they might not know (00:04:00) that yet.

	+	DE4	(00:00:34) (…) I suppose that basically it would be nice if people had some idea of Mendelian Genetics and a very simple knowledge that genetic information… (00:01:35) it is fundamentally information and its physical manifestation is in the DNA molecule	
	+	DE6	(00:08:58) (…) My next thing I called meaning, and what does that mean, what does genetic information mean, (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
3. Definição de hereditário	+	DB3	(00:04:45) (...) O que significava o básico nesse momento? Significava ele ter muito firme, muito claro para ele, o que é Genética, o que é hereditário, o que é genótipo, o que é fenótipo, né? (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né?	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) (...) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações Genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações Genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
4. Características hereditárias congênitas e adquiridas	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) PB4 Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem

				que aprender o conteúdo todo (...)”.(00:09:24) JUSTIFICATIVA GERAL: (00:09:24) E: Por que o senhor considera que esses conhecimentos são básicos para a formação dele enquanto cidadão?(...) (00:09:36) PB4: Para eles saberem a existência da Genética, que ele pode saber o tipo de sangue dele, as compatibilidades, ter uma noção sobre doenças que ocorrem. Então, por exemplo, saber o que é a doença saber o que é uma síndrome causada pela genética. Então, ele vai ter um conhecimento básico, né? (...) (00:10:02) E: Para ele ter um conhecimento básico na área sobre... (00:10:06) PB4: Ah, sobre a saúde dele em si, né? As características de um filho. Entendeu? Isso aí realmente é um cidadão crítico. Ele sabe o que está acontecendo.
5. Nem tudo o que é genético é hereditário	+	DB3	(00:06:22) (...) Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, o que é o genótipo, o que é o fenótipo, então nisso então você vai ter: nem tudo o que é genético é hereditário. (00:07:46) E caso a mutação não seja uma mutação, uma coisa que esteja na linhagem germinativa, quando o indivíduo se reproduz, ele não será hereditário . Então, isso é fundamental. (...) .	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né?

					Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
6.	As informações herdadas de geração para geração estão nas células germinativas	+	DE4	(00:03:42) And then understanding that the germ-line will (turn the cells into) animals, and those cells (decide) earlier and that information in those cell (formed will pass to offspring), and then things that happen in the body that are not inheritable.	
7.	Para ser hereditária a mutação deve ocorrer nas células da linhagem germinativa	+	DB3	(00:06:22) (...) Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, o que é o genótipo, o que é o fenótipo, então nisso então você vai ter: nem tudo o que é genético é hereditário. (00:07:46) E caso a mutação não seja uma mutação, uma coisa que esteja na linhagem germinativa, quando o indivíduo se reproduz, ele não será hereditário . Então, isso é fundamental. (...) .	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
8.	Mutações que ocorrem na formação dos gametas podem passar de geração para geração	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
		+	DE5	00:05:07) And for Genetics you take it all	(00:05:07) (…) So there are a lot of related

			back to the DNA level. Ok, something happens in the DNA replication and depending on what type of cell that happens, and in the reproduction of their gametes, then that becomes an inherited mutation which now is gonna be passed on at that particular DNA gets used in the reproduction.	concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
9.	Mutações que ocorrem em outras células não passam de geração para geração	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
10.	Filosofia da Ciência	-	PB2	(00:28:47) Eu não posso também ficar só num blabablá filosófico sobre Ciência porque tem gente que coloca a Filosofia da Ciência como conteúdo (...) ((Idem ((JUSTIFICATIVA GERAL: 30. Filosofia da Ciência)).	(00:28:47) (...) Eu não posso também ficar só num blabablá filosófico sobre Ciência porque tem gente que coloca a Filosofia da Ciência como conteúdo: “Então, no curso de Genética eu vou ensinar Filosofia da Ciência”. Eu já tentei fazer isso e fui bem pouco bem sucedido. Então, eu estava falando aqui sobre Mendel, daí eu fui falar sobre DNA e um dia eu dei uma aula sobre os modelos na Ciência. E aí eu vi que os alunos continuavam mostrando na prova ideias de que descobriram o DNA, de que descobriram as leis de Mendel. E aí eu resolvi me desapegar, falar: “Não, não dá para falar sobre isso, eu tenho que vivenciar isso”. Então, hoje, eu falo assim com eles: “Mas, espera aí. Quem está vendo isso que o Mendel está falando? Dá para enxergar o ‘azão’ e o ‘azinho’?” “Não”. (00:29:53)

	[redacted]			“Então, o que é isso que ele está vendo?” “Ah, é uma ideia dele”. “Mas uma ideia que funciona, será que não existe?” “Não. Não existe. Foi existir somente muito tempo depois”. A gente fez aqui na escola uma avaliação agora. Uma avaliação quase que externa. A gente pegou algumas questões de outros lugares para avaliar habilidades sobre Ciências de temas que eles não trabalharam. Então, tinha uma questão falando sobre microbiologia, perguntando por que um pesquisador a muito tempo atrás não podia supor que era uma bactéria que estava causando a doença. É porque ainda não tinham inventado a bactéria. Não existia um repertório conceitual que permitia chegar a essa conclusão. E os nossos alunos não foram tão bem quanto a gente esperava. Por que ainda para eles, isso que eu conto hoje existe. É um fato. Ainda não é uma ideia. Porque: “Você está querendo me convencer que DNA não existe? Existe sim”. Então, para se projetar em outro tempo é muito difícil para eles. (00:30:55) Talvez eles consigam daqui a uns dez vinte anos. Eles têm quinze, quando eles acabarem a faculdade, talvez eles consigam projetar essa ideia bem. Por hora é difícil, e eu decidi que eu não falo mais sobre isso. Eu falo durante as aulas, eu demonstro isso, mas não sistematizo, porque não é porque ele teve

	[redacted]			uma boa aula sobre Filosofia da Ciência que ele vai aprender a ler Ciência de uma boa maneira. Na minha fala, na maneira que eu uso, eu estou impregnando este aluno de ideias. Então, se eu falo: “Aí ele foi lá e descobriu essa lei” eu já estou falando “Olha, ele achou essa lei em algum lugar”. Eu não eu falo: “O que o Mendel inventaria para explicar isso? O que você inventaria?” “Ah, imagina aí alguma coisa para explicar essa via metabólica” ... porque aí eu estou impregnando os alunos com uma outra visão de Ciências. (00:31:47) Até nas provas eu pego e falo lá: “Inventa. Só que você vai ter que sustentar a sua invenção com esses dados que eu coloquei aqui”. Ou, quando eles falam: “Ah ((nome do professor)), eu peguei uma tabela sua e fiquei lendo dado por dado”. Eu falo: “Não é assim que funciona, você tem que ter uma ideia na cabeça. E você vai tentar localizar os dados que se comportam de acordo com sua ideia”. Eu estou mostrando para ele que na Ciência eu tenho antes uma teoria. Depois ou vou lá e olho os dados que se comportam de acordo com a minha teoria. Então, eu falo que assim eu consigo modelar muito mais a visão de Ciência desse aluno do que eu ficar definindo isso com ele. JUSTIFICATIVA GERAL: (00:41:02) E: Então, na sua opinião, os

	[redacted]			conteúdos de Genética não são essenciais para formar um cidadão crítico. O que é importante para você é o modo como ele vai pensar. É isso? (00:41:15) PB2: É. E aí eu vou só relativizar essa sua frase, por que ela ficou pesada, eu ouvindo agora o que eu falei eu falei nossa... A Genética é um ótimo conteúdo para desenvolver um cidadão crítico. Ela não é O conteúdo. Ela é um ótimo conteúdo. E se eu for pensar num professor de Biologia, eu sou o cara que representa essa área da Ciência para esse bando de adolescentes, eu escolho a Genética e tudo que ela tem disponível. Mas se a gente cortasse a Biologia do curso, eu ia achar lastimável porque ele ia perder oportunidade de estudar a vida, misturar várias áreas, discutir questões éticas atuais, mas no fundo ele vai conseguir viver bem. Assim, eu vou lamentar, eles não vão ter essa formação que para mim foi fundamental para estruturar a minha vida, mas ele consegue ter essa formação crítica em outras áreas ou em outros conteúdos até. (...) (00:43:14) Se eu tenho familiaridade com o assunto de Genética, quando sair uma novidade da Genética, eu vou ter mais facilidade para entender, mas se eu só tenho facilidade para entender política ambiental, e consegui aprender bem, sei ler um texto,

				analisar dados, tenho essas habilidades desenvolvidas mesmo em um outro tema, eu vou ficar só chato falando: “O que é gene... o que é DNA... o que é isso...” Mas eu vou conseguir estruturar meu pensamento e avaliar. Posso demorar mais, posso demorar menos, mas eu não acredito que nada que um cidadão comum tenha que lidar possa ser feito tão rapidamente. Precisa pensar muito sobre isso. Vai precisar de tempo.
11. Definição de Ciência	+	DB3	(00:06:22) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la.	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
12. O conhecimento científico não é uma verdade absoluta	+	DB1	(00:08:35) (...) Quer dizer, são momentos que podem ter debates em sala de aula, que é uma forma de se mostrar que o conhecimento não é uma coisa rígida, que você tem diferentes versões, você tem diferentes visões. (...)	

13.	Pode haver várias versões de conhecimento sobre um mesmo tópico	+	DB1	(00:08:35) (...) Quer dizer, são momentos que podem ter debates em sala de aula, que é uma forma de se mostrar que o conhecimento não é uma coisa rígida, que você tem diferentes versões, você tem diferentes visões. (...)	
14.	Nem sempre uma descoberta é inicialmente aceita	+	DB1	(00:06:12) (...)Não dá tanta informação e a parte crítica é você tentar reconstruir para o aluno como que o experimento, as descobertas estavam sendo feitas e como foram sendo interpretados todos esses resultados pela comunidade. Mostrar que nem sempre uma descoberta é de cara aceita. (...)	((JUSTIFICATIVA: Idem 47 Descoberta do DNA como material genético)) ((JUSTIFICATIVA GERAL: idem 97 Relação entre genes e segregação cromossômica na meiose))
15.	Como o conhecimento científico é gerado	+	DB1	(00:00:50) (...) Mas para se formar um cidadão crítico, se ele recebe o conceito pelo conceito sem questionar como o conceito foi gerado, essa parte crítica perde um pouco de... Então, eu acho que isso é um aspecto fundamental (...) (00:01:55) Então, eu acho que independente de se pensar quais são os conteúdos é sempre interessante se focar historicamente, com alguns pelo menos, não dá para ser todos.	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:00:50) (...) Mas para se formar um cidadão crítico, se ele recebe o conceito pelo conceito sem questionar como o conceito foi gerado, essa parte crítica perde um pouco de... Então, eu acho que isso é um aspecto fundamental (...) (00:01:55) Então, eu acho que independente de se pensar quais são os conteúdos é sempre interessante se focar historicamente, com alguns pelo menos, não dá para ser todos. ((JUSTIFICATIVA GERAL: idem 97 Relação entre genes e segregação cromossômica na meiose))
		+	DB5	(00:05:00) (...) Eu sempre gosto dessa parte histórica por que na minha opinião é a única maneira de você começar a entender melhor	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:22:13) (...) Mas, evidentemente, esses conceitos (00:23:00) básicos de Genética são

			as coisas e até mostrar para os alunos que esse conhecimento você constrói à base de experimentação e que ele não cai do céu, não vem do nada e que ademais ele está sujeito à mudanças no decorrer do tempo.	fundamentais até para a pessoa entender o que é um organismo transgênico, quais são as diferenças dele, como é que você gera um transgênico, quais são as semelhanças e as diferenças para variedades de espécies que você encontra na natureza inclusive, vantagens e desvantagens. Isso aí seria muito importante abordar. Porque você está comendo transgênico, está lendo transgênico, está ouvindo falar de transgênico... Então, isso é importante. Mas para isso precisa vir antes o resto. (00:46:07) E assim, basicamente, se o senhor fosse resumir as justificativas que o senhor adotou para escolher esses conteúdos, como que o senhor justificaria a escolha desses conteúdos? (00:46:20) DB5: Uma frasezinha bem curtinha: O conhecimento se constrói. Você não soca o conhecimento... o conhecimento não cai do céu.
	+	PE6	(00:03:23) (…)What else for then comes to Genetics…The research piece in order to even know about what DNA looks like, in order first to even understand what genes are like. (00:04:20) You need to do research it's not a textbook process it's a hands-on process and I think high school students need to know that in order to find information, in order to acquire information about Genetics it's not necessarily reading	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:09:10) PE6: It's important because it helps them grasp the concept of why they look, the way they look, why they behave the way they behave; "Why do you look like your mother?"; Why do you look like your father?"; "Why don't you look like another organism?". Ok?

			that, it is about thinking it, and “Can I discover it?” (…).	
16. O conhecimento não vem sempre pronto em livros, é preciso criar estratégias para construí-lo	+	PE6	(00:03:23) (…)What else for then comes to Genetics…The research piece in order to even know about what DNA looks like, in order first to even understand what genes are like. (00:04:20) You need to do research it’s not a textbook process it’s a hands-on process and I think high school students need to know that in order to find information, in order to acquire information about Genetics it’s not necessarily reading that, it is about thinking it, and “Can I discover it?” (…).	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 15 Como o conhecimento científico é gerado))
17. Método científico	+	DB3	(00:06:22) DB3 (...) O curso de Genética ele se (...) concentra na metodologia científica (...). (00:13:35) E: Certo. A senhora me falou o que vocês consideram fundamental aqui para o curso de Biologia, para os alunos de Biologia, e essa parte também se estenderia ao que a senhora considera importante para os alunos que estão saindo do Ensino Médio. Seria isso? (00:13:20) DB3: Eu acho que sim. Se eles viessem com isso bem amarrado, eu acho que a gente podia partir para uma outra etapa aqui na graduação.	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
	+	PE6	(00:05:38) Of course the scientific method that is how we go about finding out. And I	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 15 Como o conhecimento científico é gerado))

			think that’s a piece that most science teachers need to teach high school students.	
18.	Como buscar respostas através do método científico	+	DB3	(00:06:22) (...) Então, nesse sentido, a gente usa a Genética como meio para transmitir ao aluno como você vai buscar uma resposta. Pela metodologia científica, no caso na área de Genética (...).	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
		+	PE6	“(00:05:38) Of course the scientific method that is how we go about finding out. And I think that’s a piece that most science teachers need to teach high school students. That fundamental step of discovery is based on a scientific method, you observe something, you ask a question and then you go out to find out “how can I find the answers to my own questions?”	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 15 Como o conhecimento científico é gerado))
19.	O método cientifico envolve observação, formulação de perguntas e buscas de respostas	+	PE6	“(00:05:38) Of course the scientific method that is how we go about finding out. And I think that’s a piece that most science teachers need to teach high school students. That fundamental step of discovery is based	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 15 Como o conhecimento científico é gerado))

			on a scientific method, you observe something, you ask a question and then you go out to find out "how can I find the answers to my own questions?"	
20. É preciso se verificar se alguém já respondeu a mesma pergunta 21. Os experimentos utilizados por outros podem ser refeitos	+	PE6	(00:05:38) (…) Maybe someone has already answered your question and these are things that we need to teach them; that knowledge, it's not only what you have discovered but someone might have answered you a question already and to go out and find that person who has already answered your question (…) (00:06:59) Now being original, there's nothing wrong with being original, but what is good for them to understand or not is that someone might have answered your question already and they might have done it through some experiments that maybe you can repeat yourself. So those are somethings that I think that are really important	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 15 Como o conhecimento científico é gerado))
22. Ferramentas utilizadas pelos cientistas para verificar a conexão genética com alguma característica do indivíduo	-	DE6	(00:26:54) They are bombarded with… you know…scientist discovered a new gene for… you name it, or scientist discovered a genetic link between such and so. I can begin to whole particularly understand the tools the scientists use to discover that link, that's not the important point but I worry that too many students, if you say genetic link, they can't make any connection. (…)	((Idem item 1. Definição de Genética))
23. Por que usamos os animais para fazer	+	PB1	(00:07:50) (...) Eu sempre falo para eles que os ratos termina m sofrendo, os animais	(00:07:50) E: Então, a parte dos transgênicos, você falou dos testes de

	pesquisas 24. Nos experimentos substâncias são injetadas nos animais 25. Animais sofrem durante os experimentos			terminam sofrendo. Para fazer uma descoberta tem que estar sempre usando os animais, por que a gente usa os animais para fazer pesquisa, termina às vezes injetando algum tipo de substância. Eu sempre comento isso com eles assim.	paternidade, tem algum outro conteúdo que você relaciona à esse dia-a-dia que você acha que é importante ele saber, que você sempre dá porque você acha que é essencial o aluno saber para ele se tornar um cidadão crítico? (00:08:40) PB1: Agora não estou lembrando não. Agora neste momento não. Eu sempre falo para eles que os ratos terminam sofrendo, os animais terminam sofrendo
26.	Por que a drosófila foi e continua sendo usada como modelo para compreender herança	+	DB5	(00:26:01) (...) Agora, como é que a drosófila serviu e porque é que a drosófila serve como um modelo para você entender a genética animal, é fundamental. (00:27:07) Aí você vai entrar na questão dos cromossomos gigantes, nos mutantes... Então, o que é fundamental? De Genética Mendeliana vegetal, todos aqueles experimentos que o Mendel fez; e em Genética de drosófila: tudo. Porque você tem desde a parte da herança qualitativa até a herança quantitativa, que é uma coisa até um pouco mais difícil de você entender. (...)	00:26:01) (...) Agora, como é que a drosófila serviu e porque é que a drosófila serve como um modelo para você entender a Genética animal, é fundamental. (00:27:07) Aí você vai entrar na questão dos cromossomos gigantes, nos mutantes... Então, o que é fundamental? De Genética Mendeliana vegetal, todos aqueles experimentos que o Mendel fez; e em Genética de drosófila: tudo. Porque você tem desde a parte da herança qualitativa até a herança quantitativa, que é uma coisa até um pouco mais difícil de você entender. (...) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
27.	Descobertas	-	PB2	(00:28:47) (...) Então, se eu falo: “Aí ele foi lá e descobriu essa lei” eu já estou falando “Olha, ele achou essa lei em algum lugar”. (00:30:55) Eu não, eu falo: “O que o Mendel inventaria para explicar isso? O que você inventaria?” “Ah, imagina aí alguma coisa para explicar essa via metabólica” ... porque	(00:28:47) Eu não posso também ficar só num blabablá filosófico sobre Ciência porque tem gente que coloca a Filosofia da Ciência como conteúdo (...) Eu já tentei fazer isso e fui bem pouco bem sucedido. (...) E aí eu vi que os alunos continuavam mostrando na prova ideias de que

	[redacted]		aí eu estou impregnando os alunos com uma outra visão de Ciências.	descobriram o DNA, de que descobriram as leis de Mendel. E aí eu resolvi me desapegar, falar: “Não, não dá para falar sobre isso, eu tenho que vivenciar isso”. Então, hoje, eu falo assim com eles: “Mas, espera aí. Quem está vendo isso que o Mendel está falando? Dá para enxergar o ‘azão’ e o ‘azinho’?” “Não”. (00:29:53) “Então, o que é isso que ele está vendo?” “Ah, é uma ideia dele”. “Mas uma ideia que funciona, será que não existe?” “Não. Não existe. Foi existir somente muito tempo depois”. A gente fez aqui na escola uma avaliação agora. Uma avaliação quase que externa. A gente pegou algumas questões de outros lugares para avaliar habilidades sobre Ciências de temas que eles não trabalharam. Então, tinha uma questão falando sobre microbiologia, perguntando por que um pesquisador há muito tempo atrás não podia supor que era uma bactéria que estava causando a doença. É porque ainda não tinham inventado a bactéria. Não existia um repertório conceitual que permitia chegar a essa conclusão. E os nossos alunos não foram tão bem quanto a gente esperava. Por que ainda para eles, isso que eu conto hoje existe. É um fato. Ainda não é uma ideia. Porque: “Você está querendo me convencer que DNA não existe? Existe sim”. Então, para se projetar em outro tempo é muito difícil para eles.

				(00:30:55) Talvez eles consigam daqui a uns dez vinte anos. Eles têm quinze, quando eles acabarem a faculdade, talvez eles consigam projetar essa ideia bem. Por hora é difícil, e eu decidi que eu não falo mais sobre isso. Eu falo durante as aulas, eu demonstro isso, mas não sistematizo, porque não é porque ele teve uma boa aula sobre Filosofia da Ciência que ele vai aprender a ler Ciência de uma boa maneira. Na minha fala, na maneira que eu uso, eu estou impregnando este aluno de ideias. Então, se eu falo: "Aí ele foi lá e descobriu essa lei" eu já estou falando "Olha, ele achou essa lei em algum lugar". Eu não, eu falo: "O que o Mendel inventaria para explicar isso? O que você inventaria?" "Ah, imagina aí alguma coisa para explicar essa via metabólica" ... porque aí eu estou impregnando os alunos com uma outra visão de Ciências. (00:31:47)
28. A Genética está em transformação	+	PB5	(00:07:14) (...)Aí pegando o que a gente sabe e mostrando para eles que na verdade a Genética que a gente conhece é uma Genética que está em transformação. Então, isso para mim é o mais importante que eles aqui saiam sabendo. Existe uma Genética já muito bem conhecida, existem muitas características e muitas situações em que ela pode ser aplicada, mas que a Genética está em transformação. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
29. História da Genética	+	DB5	(00:13:00) Então, uma abordagem histórica	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15.

			na medida do possível tentando explicar como é que o pessoal chega em um conhecimento (...)	Como o conhecimento científico é gerado))
	+	PE2	(00:01:23) PE2: I think to start with your students, even the first year students, 9th grade, everyone needs to know what is a gene, where it comes from, from Mendel`s research, how we started with peas, how we get to the complex of a DNA in Human Genome Project. (…)	
	+	PE6	(00:06:59) (…) That we start off with teaching kids that, you know, when you have sex that's a genetic process, you know, the transfer of genes (…)"How do you really know about genes?" "How the researchers, how the scientists first discovered"? "What did they do?" The scientific method. Something as fundamental as that still being in practice today.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 15 Como o conhecimento científico é gerado))
30. Como as descobertas eram realizadas pelos cientistas	+	PE6	(00:06:59) (…) That we start off with teaching kids that, you know, when you have sex that's a genetic process, you know, the transfer of genes (…)"How do you really know about genes?" "How the researchers, how the scientists first discovered"? "What did they do?" The scientific method. Something as fundamental as that still being in practice today.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 15 Como o conhecimento científico é gerado))
31. Como os experimentos eram realizados	+	PB5	(00:22:05) (...) Nesse aspecto eu acho que saber como a técnica é fundamental do mesmo jeito que eu acho que a discussão	(00:22:05) (...) Nesse aspecto eu acho que saber como a técnica é fundamental do mesmo jeito que eu acho que a discussão

			histórica dos experimentos é fundamental (...)	histórica dos experimentos é fundamental para ele entender também que as coisas não são estanques, que as coisas progridem o que um fala, na verdade junta com o que o outro fala, e que a coisa vai caminhando, né, digamos assim, meio tateando, né? Vai tateando, tateando, tateando até que a coisa vai para frente, mas que não é um caminho certeiro. ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
	+	DB1	(00:06:12) (...) Não dá tanta informação e a parte crítica é você tentar reconstruir para o aluno como que o experimento, as descobertas estavam sendo feitas e como foram sendo interpretados todos esses resultados pela comunidade (...).	((JUSTIFICATIVA: Idem 47 Descoberta do DNA como material genético))
32. Como os resultados eram interpretados pela comunidade	+	DB1	(00:06:12) (...) Não dá tanta informação e a parte crítica é você tentar reconstruir para o aluno como que o experimento, as descobertas estavam sendo feitas e como foram sendo interpretados todos esses resultados pela comunidade (...).	((JUSTIFICATIVA: Idem Descoberta do DNA como material genético)) ((JUSTIFICATIVA GERAL: idem 97 Relação entre genes e segregação cromossômica na meiose))
33. Concepções pré-mendelianas	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que

				aprender o conteúdo todo (...)”. ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
	+	DB5	(00:13:00) (...) Mas é importante, por exemplo, falando da Genética, fazer uma discussão com os alunos sobre o que se sabia sobre herança antes do Mendel. (...) Como? Mostrar o que o pessoal desde a época de (00:15:00) Aristóteles ou até pré-Aristóteles sabia a respeito de herança a partir dos escritos que chegam para a gente de coisas de História da Ciência. Eu acho que isso é muito importante. (...)	(00:13:00) (...) Mas é importante, por exemplo, falando da Genética, fazer uma discussão com os alunos sobre o que se sabia sobre herança antes do Mendel. (...) Por que Muitas vezes o que acontece lá na escola é o seguinte: o Mendel descobriu as leis da Genética. Está bom, e o que se sabia antes? É importante mostrar (00:14:00) a verdadeira bagunça que se fazia com essa história de herança antes do Mendel até para se dar valor ao trabalho dele. (Dificilmente um aluno vai chegar aqui na faculdade e dizer “Olha, eu acho que esse Mendel fez uma coisa realmente muito importante”. E Muitas vezes só aqui o pessoal percebe que o trabalho do Mendel é possivelmente mais importante que foi feito na Genética em todos os tempos, pois ele fez com que as pessoas não só entendessem a herança, mas conseguiu inclusive formular a herança em um modelo matemático muito simples e isso é uma coisa absolutamente genial e que pouca gente “cai”. (00:14:45) Então, seria interessante que esse tipo de coisa já fosse trabalhada no colégio também....) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))

34.	História da Genética Clássica	+	PB5	(00:03:06) Então, mais do que exatamente a decoreba da Genética, porque a Genética sempre foi uma decoreba associada muito à questão da Matemática, trabalhar a Genética Clássica em cima da questão histórica. Então, os conceitos clássicos para mim são fundamentais, mas num contexto histórico, não como a Genética é isso.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
35.	Quem foi Mendel	+	PB4	(00:02:44) PB4: Aí sim: leis de Mendel, primeira e segunda lei de Mendel, isso aí é o principal. Quem foi Mendel. O conhecimento básico para o aluno entender o que é a Genética, o que é a hereditariedade.	(00:02:44) PB4: Aí sim: leis de Mendel, primeira e segunda lei de Mendel, isso aí é o principal. Quem foi Mendel. O conhecimento básico para o aluno entender o que é a Genética, o que é a hereditariedade. ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
36.	Como foi a pesquisa de Mendel	+	PB4	(00:05:30) (...) No início a gente sempre fala quem foi Mendel, como é que foi a pesquisa e tal, (...) porque isso é interessante o aluno conhecer (...)	(00:05:30) (...)No início a gente sempre fala quem foi Mendel, como é que foi a pesquisa e tal, porque isso é interessante o aluno conhecer por que que iniciou a História da Genética. (...). ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
		+	DB5	(00:27:07) (...) Então, o que é fundamental? De Genética mendeliana vegetal, todos aqueles experimentos que o Mendel fez; e em Genética de drosófila: tudo. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
		+	PE2	(00:01:23) PE2: I think to start with your students, even the first year students, 9th grade, everyone needs to know what is a	

				gene, where it comes from, from Mendel`s research, how we started with peas (…)	
37.	A redescoberta das leis de Mendel	+	DB1	(00:06:12) (...) Não dá tanta informação e a parte crítica é você tentar reconstruir para o aluno como que o experimento, as descobertas estavam sendo feitas e como foram sendo interpretados todos esses resultados pela comunidade. (...) Mostrar que nem sempre uma descoberta é de cara aceita. (00:07:29) Mesmo Mendel, é uma coisa interessante, Mendel, a redescoberta de Mendel, mesmo depois de 35 anos que as leis foram redescobertas, todo o questionamento que ainda tinha... (...)	((JUSTIFICATIVA: Idem 47 Descoberta do DNA como material genético)) ((JUSTIFICATIVA GERAL: idem 97 Relação entre genes e segregação cromossômica na meiose))
38.	Questionamentos em torno das ideias de Mendel em sua redescoberta	+	DB1	(00:06:12) (...) Não dá tanta informação e a parte crítica é você tentar reconstruir para o aluno como que o experimento, as descobertas estavam sendo feitas e como foram sendo interpretados todos esses resultados pela comunidade. (...) Mostrar que nem sempre uma descoberta é de cara aceita. (00:07:29) Mesmo Mendel, é uma coisa interessante, Mendel, a redescoberta de Mendel, mesmo depois de 35 anos que as leis foram redescobertas, todo o questionamento que ainda tinha... (...)	((JUSTIFICATIVA: Idem Descoberta do DNA como material genético)) ((JUSTIFICATIVA GERAL: idem 97 Relação entre genes e segregação cromossômica na meiose))
39.	Herança Particulada	+	PB5	(00:03:06) (...) Então, os conceitos clássicos para mim são fundamentais, mas num contexto histórico, não como a Genética é isso. A Genética vem sendo feita numa progressão de abordagem. Então, nesse lado,	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).

				por exemplo, eu gosto de falar dos conceitos de Genética Clássica. Então, por exemplo, trabalhar com o conceito da questão da herança particulada, da Citologia com a Genética, do isolamento de molécula relacionada a Friedrich Miescher, a molécula como... quer dizer você trabalha em cima da constituição do material genético, como se fez a associação entre núcleo/herança, herança/ material genético, material genético/DNA, essa trança, né... aí pegando pela questão histórica.	
40.	Darwin mendeliano	-	DB5	(00:17:00)... É verdade que o Darwin não conhecia os trabalhos do Mendel, mas o que a gente não sabia eram as tentativas do Darwin de tentar compreender mecanismos de herança com base naquilo que ele pensava. Evidentemente isso já sai um pouco fora do esquema do segundo grau. Isso é para quem já está realmente interessado na coisa... (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
41.	Friedrich Miescher e o isolamento de molécula	+	PB5	(00:03:06) (...) Então, os conceitos clássicos para mim são fundamentais, mas num contexto histórico, não como a Genética é isso. A Genética vem sendo feita numa progressão de abordagem. Então, nesse lado, por exemplo, eu gosto de falar dos conceitos de Genética Clássica. Então, por exemplo, trabalhar com o conceito da questão da herança particulada, da Citologia com a Genética, do isolamento de molécula	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).

				relacionada a Friedrich Miescher, a molécula como... quer dizer você trabalha em cima da constituição do material genético, como se fez a associação entre núcleo/herança, herança/ material genético, material genético/DNA, essa trança, né... aí pegando pela questão histórica.	
42.	História da mutação	+	DB5	(00:28:00) Dali a história de mutação é fundamental, porque vai aparecer depois quando você estuda a estrutura do material genético, qual é a base molecular de mutação. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
43.	Relação entre núcleo e herança	+	PB5	(00:03:06) (...) Então, os conceitos clássicos para mim são fundamentais, mas num contexto histórico, não como a Genética é isso. A Genética vem sendo feita numa progressão de abordagem. Então, nesse lado, por exemplo, eu gosto de falar dos conceitos de Genética Clássica. Então, por exemplo, trabalhar com o conceito da questão da herança particulada, da Citologia com a Genética, do isolamento de molécula relacionada a Friedrich Miescher, a molécula como... quer dizer você trabalha em cima da constituição do material genético, como se fez a associação entre núcleo/herança, herança/ material genético, material genético/DNA, essa trança, né... aí pegando pela questão histórica.	
44.	Genética Clássica da drosófila no	+	DB5	(00:26:01) É fundamental a Genética Clássica de drosófila... o que é básico aí?	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))

	desenvolvimento da teoria cromossômica da herança por Morgan			Como é que os cromossomos da drosófila ajudaram a entender a herança. A famosa teoria cromossômica da herança que vem lá da escola do Morgan. (...)	
45.	Relação entre herança e material genético (enfoque histórico)	+	PB5	(00:03:06) (...) Então, os conceitos clássicos para mim são fundamentais, mas num contexto histórico, não como a Genética é isso. A Genética vem sendo feita numa progressão de abordagem. (...) quer dizer você trabalha em cima da constituição do material genético, como se fez a associação entre núcleo/herança, herança/ material genético, material genético/DNA, essa trança, né... aí pegando pela questão histórica.	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:24:38) E: (...) Por que você considera todos esses conteúdos que você colocou como básicos? Por que você escolheu falando assim: Meu aluno não pode sair daqui sem saber ele? Por quê? (00:24:55) PB5: Porque eu acho que esses conteúdos me ajudam a desenvolver um raciocínio, uma sequência de raciocínio. Na verdade, foi o que eu falei. Conteúdo hoje, é algo que você não tem mais dificuldade em obter, você quer saber? Você quer conseguir um conteúdo, uma informação, você na verdade não precisa estar na escola para conseguir. Você consegue em qualquer lugar. Então, na verdade para mim o papel da escola desde o início sempre foi desenvolver a habilidade em raciocinar. (...)
46.	Relação entre DNA e material genético (Enfoque histórico)	+	PB5	(00:03:06) (...) Então, os conceitos clássicos para mim são fundamentais, mas num contexto histórico, não como a Genética é isso. A Genética vem sendo feita numa progressão de abordagem. Então, nesse lado, por exemplo, eu gosto de falar dos conceitos de Genética Clássica. Então, por exemplo, trabalhar com o conceito da questão da herança particulada, da Citologia com a	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).

			Genética, do isolamento de molécula relacionada a Friedrich Miescher, a molécula como... quer dizer você trabalha em cima da constituição do material genético, como se fez a associação entre núcleo/herança, herança/ material genético, material genético/DNA, essa trança, né... aí pegando pela questão histórica.	
47. Descoberta do DNA como material genético	+	DB1	(00:02:18) (...) Eu pensei em uns conceitos (...) (00:03:20) (...) Uma coisa que é legal, eu não sei se o conceito, mas como que chegou que o DNA é o material genético, né? (...)	(00:06:12) (...) Não dá tanta informação e a parte crítica é você tentar reconstruir para o aluno como que o experimento, as descobertas estavam sendo feitas e como foram sendo interpretados todos esses resultados pela comunidade. (...) Mostrar que nem sempre uma descoberta é de cara aceita. (00:07:29) Mesmo Mendel, é uma coisa interessante, Mendel, a redescoberta de Mendel, mesmo depois de 35 anos que as leis foram redescobertas, todo o questionamento que ainda tinha... quer dizer eu acho que isso é importante para entender como é que um conhecimento foi gerado e que não existe uma verdade absoluta. Dessa forma crítica, alguns alunos ficam mais...né? (…)
	+	DB5	(00:04:02) Eu soube, inclusive de colegas nossos aqui, que alguns tiveram esse assunto no colégio, mas são raros, são poucos os colégios que entram nesse histórico da descoberta do DNA como material genético. Isso, em minha opinião, seria muito	(00:05:00) (...) Eu sempre gosto dessa parte histórica porque, na minha opinião, é a única maneira de você começar a entender melhor as coisas e até mostrar para os alunos que esse conhecimento você constrói à base de experimentação e que ele não cai do céu, não

			desejável que fosse feito ainda que em um nível mais básico, com menos detalhes do que a gente vê aqui. (...)	vem do nada e que ademais ele está sujeito à mudanças no decorrer do tempo. ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
48. Experimentos envolvidos na descoberta do DNA como material genético	+	DB1	(00:27:50) (…) eu acho que filosoficamente como forma, o que eu acho que é mais importante, mesmo não sendo cronológico, é você estar sempre mostrando como que o experi/ como que foi gerada a informação. Tem umas coisas mais ricas que se deve ter para comentar é como se chegou que o gene é feito de DNA, né? Que tem todos experimentos absolutamente legais.	
49. Watson e Crick	+	DB1	(00:27:50) (...) Tem umas coisas mais ricas que se deve ter para comentar é como se chegou que o gene é feito de DNA, né? Que tem todos experimentos absolutamente legais. Depois chegam Watson e Crick que é...né? (...)	((JUSTIFICATIVA: Idem 47 Descoberta do DNA como material genético))
50. A história da dupla hélice	+	DB5	(00:36:42) E: O senhor falou também da estrutura e função do material genético... (00:36:45) DB5: Isso já viria depois dessa parte da descoberta do DNA como material genético. Então, aí a gente já estaria falando das descobertas do ácido nucleico que é a dupla hélice (00:37:00) e em cima da dupla hélice a questão de estrutura e função (...).	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
51. História da descoberta do modelo de	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado))	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é

	duplicação do DNA			"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)". ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
52.	Como chegamos à complexidade do DNA no Projeto Genoma Humano	+	PE2	(00:01:23) PE2: I think to start with your students, even the first year students, 9th grade, everyone needs to know what is a gene, where it comes from, from Mendel`s research, how we started with peas, how we get to the complex of a DNA in Human Genome Project. (…)	
53.	Contribuições da Genética para a Biologia	+	DE6	(00:13:06) (…)And then the hardest one here but I think for me that would be the most important for future citizens is to appreciate what Genetics is coming to mean for Science and Biology as a whole, not for technological purposes but for scientific purposes. (00:14:00) This is how we come to understand ourselves at a molecular level and above. (…) we're not just trying to understand how genes work and in general we're trying to understand anything, development, physiology. Genetics is a central science and Biology really because it's more than just understanding why somebody has blue eyes and others brown eyes (…)	(00:15:02)And I think that's very important because it is… I think most students come out of High School even in College don't really know… Science is just kind of crazy, bunch a stuff and they don't… you know…. "Why do you wanna study a gene?", they don't understand at a basic level where knowledge comes from and I think just introducing to that idea would be a good thing if you could. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

54.	A Genética permite-nos conhecer como os organismos funcionam no nível molecular	+	DE6	(00:13:06) (…)And then the hardest one here but I think for me that would be the most important for future citizens is to appreciate what Genetics is coming to mean for Science and Biology as a whole, not for technological purposes but for scientific purposes. (00:14:00) This is how we come to understand ourselves at a molecular level and above. (…)	(00:15:02) And I think that's very important because it is… I think most students come out of High School even in College don't really know… Science is just kind of crazy, bunch a stuff and they don't… you know…. "Why do you wanna study a gene?", they don't understand at a basic level where knowledge comes from and I think just introducing to that idea would be a good thing if you could. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
55.	Teoria celular	+	DE5	(00:00:46) DE5: Ok. I think there are a lot of topics in Genetics and related topics, for example: cell cycle, or Cell Theory to start with to understand that as a basic unit of life (…)	(00:00:46) DE5: Ok. I think there are a lot of topics in Genetics and related topics, for example: cell cycle, or Cell Theory to start with to understand that as a basic unit of life (…) (00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
56.	Noções de célula	+	DB2	(00:05:26) (...) para ele entender as leis de Mendel o ideal seria que ele tivesse primeiro noções de célula, que é a unidade de vida que vai formar os organismos celulares e dele próprio ao longo...está certo? (...)	(00:05:26) (...) para ele entender as leis de Mendel o ideal seria que ele tivesse primeiro noções de célula, que é a unidade de vida que vai formar os organismos celulares e dele próprio ao longo...está certo? (...)
57.	Química da célula	+	DB6	(00:02:24) Da parte molecular o meu conhecimento fundamental é a química da célula, eu acho que é uma coisa muito	(00:00:45) DB6: Na minha opinião o Ensino Médio devia enfatizar o que da Biologia é de conhecimento geral e acaba passando por

			importante, o aluno tem que saber o papel da água, o que é um carboidrato, o que é uma proteína, o que é um ácido nucleico e o código genético, ele é central também. (...)	todas as áreas da Biologia, ou seja, aquilo que se aplica desde as plantas, aos organismos superiores aquilo que eu considero mais abrangente. (...) Da parte molecular o meu conhecimento fundamental é a química da célula, eu acho que é uma coisa muito importante, o aluno tem que saber o papel da água, o que é um carboidrato, o que é uma proteína, o que é um ácido nucleico e o código genético, ele é central também. (...)
58. Ácido nucleico	+	DB6	(00:02:24) Da parte molecular o meu conhecimento fundamental é a química da célula, eu acho que é uma coisa muito importante, o aluno tem que saber o papel da água, o que é um carboidrato, o que é uma proteína, o que é um ácido nucleico e o código genético, ele é central também. (...)	(00:00:45) DB6: Na minha opinião o Ensino Médio devia enfatizar o que da Biologia é de conhecimento geral e acaba passando por todas as áreas da Biologia, ou seja, aquilo que se aplica desde as plantas, aos organismos superiores aquilo que eu considero mais abrangente. (...) Da parte molecular o meu conhecimento fundamental é a química da célula, eu acho que é uma coisa muito importante, o aluno tem que saber o papel da água, o que é um carboidrato, o que é uma proteína, o que é um ácido nucleico e o código genético, ele é central também. (...)
59. Relação entre núcleo e célula	+	DE6	(00:03:05) DE6: The first thing I wrote I'm calling it skill and this is skill in a spacious sense so I think that students should definitely come out of High School understanding the difference between DNA and genes versus chromosomes versus…	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

				nucleus versus cells and understand when we are talking molecules, when we are talking genes and DNA, when we are talking larger things (…)	
60.	Localização do núcleo	+	PB4	(00:03:39) E: Quando o senhor está ensinando o básico do básico o senhor acha que é importante abranger transcrição, tradução... (00:04:08) PB4: É a parte de Biologia Molecular, né? Essa parte é complexa para o aluno, entendeu? Porque Muitas vezes eles não se lembram do núcleo da célula, né? Então, a gente tem que dar uma pincelada para relembrar e dizer onde ele está.	00:03:39) E: Quando o senhor está ensinando o básico do básico o senhor acha que é importante abranger transcrição, tradução... (00:04:08) PB4: É a parte de Biologia Molecular, né? Essa parte é complexa para o aluno, entendeu? Porque Muitas vezes eles não se lembram do núcleo da célula, né? Então, a gente tem que dar uma pincelada para relembrar e dizer onde ele está ((JUSTIFICATIVA GERAL: 5. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
61.	Núcleo	+	DE6	(00:24:10) I think what's more important at this stage, there is a few key terms you can't escape, gene, chromosomes, DNA, nucleus, you know, and certainly having at least a minimal vocabulary is important (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
62.	Localização do material genético	+	DB2	(01:10): Bom, eu acho que o básico, o básico, o basicão de tudo é...ãh...na parte da Genética Clássica são as leis de Mendel. Certo? Agora as leis de Mendel elas só fazem sentido para o aluno se ele souber a teoria cromossômica da herança, ou seja, se ele souber associar os processos de divisão celular, o que são os cromossomos, o que é o cromossomo aonde está o material	(00:05:26) (...) para ele entender as leis de Mendel o ideal seria que ele tivesse primeiro noções de célula, (...) da localização do material hereditário, de mais ou menos como é que esse material hereditário funciona para que ao entender depois como é que no organismo materno e no organismo paterno esse material vai ser separado, vai ser distribuído e depois juntado para fazer um

			hereditário, o que é o gene, onde ele está localizado e como esse material se segrega na formação dos gametas, né? (...)	outro organismo. Então, ele vai estar entendendo, o aluno, quando ele entender isso, eu acho que ele vai estar entendendo um pouco de como funciona o próprio organismo dele. Está certo? Como é que a espécie humana tem as suas informações e passa essas informações de uma geração para a próxima. (...)
63. Localização do material genético dentro da célula	+	PB6	(00:08:47) PB6: Bem eles precisam saber que: o nosso material genético está dentro do núcleo das nossas células (...) Então, eu acho que isso é o começo, o fundamental. (...)	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:17:02) E: (...) Assim, [por que esses conteúdos são básicos? (00:17:32) PB6: (Ela é importante)] porque isso faz parte do dia-a-dia deles. Concorda? E isso vai de encontro ao que você disse, um cidadão crítico, um cidadão que ouve alguma coisa e ele já sabe do que se está se falando. (...) eles ouvem falar que hemofilia só existe em homem. (...) (00:18:30) (...) mas ele me trouxe um folhetinho da Associação Brasileira de Hemofílicos que está escrito lá que a hemofilia é doença, uma doença, que não é uma doença, é uma anomalia genética, exclusivamente masculina. Você acha? Então, ele tem que conviver com essas coisas.
64. Associação entre material genético e núcleo	+	PB5	(00:03:06) (...) Então, os conceitos clássicos para mim são fundamentais, mas num contexto histórico, não como a Genética é isso. A Genética vem sendo feita numa progressão de abordagem. (...) quer dizer	

			você trabalha em cima da constituição do material genético, como se fez a associação entre núcleo/herança, herança/ material genético, material genético/DNA, essa trança, né... aí pegando pela questão histórica.	
65. Organização do material genético dentro do núcleo	+	DB5	(00:38:34) (...) Tem gente que acha que uma cadeia está em um homólogo e que outra cadeia está em outro. Então, essa questão... nesse ponto, é muito importante você mostrar para as pessoas como é que esse material genético está organizado no núcleo. (...)	(00:38:34) Agora eu lembrei outra coisa superimportante pensando na Genética. Uma confusão que alguns fazem é assim: você tem um DNA cuja estrutura é de uma dupla hélice... Tem gente que faz uma confusão tremenda disso na hora de transpor essa molécula. Porque essa molécula no núcleo está em algum lugar, está em uma estrutura. Quer dizer, ela é uma estrutura, mas que está dentro de uma outra estrutura chamada cromossomo. E aí rola uma bagunça Muitas vezes da dupla hélice no DNA com um organismo diploide. Tem gente que acha que uma cadeia está em um homólogo e que outra cadeia está em outro. Então, essa questão... nesse ponto, é muito importante você mostrar para as pessoas como é que esse material genético está organizado no núcleo. Até para o pessoal entender depois como é que se dão as divisões celulares, porque pode rolar uma confusão tremenda dessa dupla hélice com a sabe... (00:40:00) com um organismo diploide, cromossomos homólogos. (...) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15.

				Como o conhecimento científico é gerado))
66. Cromossomo	+	DB2	(01:10): Bom, eu acho que o básico, o básico, o basicão de tudo é...ãh...na parte da Genética Clássica são as leis de Mendel. Certo? Agora as leis de Mendel elas só fazem sentido para o aluno se ele souber a teoria cromossômica da herança, ou seja, se ele souber associar os processos de divisão celular, o que são os cromossomos, o que é o cromossomo aonde está o material hereditário, o que é o gene, onde ele está localizado e como esse material se segrega na formação dos gametas, né? (...)	
	+	DB5	(00:40:01) Então, aí esses conceitos de Biologia Molecular precisam de alguma maneira se entrelaçar e que tudo fique muito claro em relação à Genética, pensando em cromossomos: conceito "cromossomo", conceito "organismos haploide", conceito "organismo diploide". (...)	(00:38:34) (...) Até para o pessoal entender depois como é que se dão as divisões celulares, porque pode rolar uma confusão tremenda dessa dupla hélice com a sabe... com um organismo diploide, cromossomos homólogos. (00:40:01) Então, aí é muito importante tentar juntar essas coisas nesse ponto porque se não a confusão pode ser total. Ta? (...) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
	+	DE6	(00:24:10) I think what's more important at this stage, there is a few key terms you can't escape, gene, chromosomes, DNA, nucleus, you know, and certainly having at least a minimal vocabulary is important (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
67. Base cromossômica da herança	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado))	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é

			“(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)”.	importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)”. ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
	+	DB2	(01:10) Bom eu acho que o básico, o básico, o basicão de tudo é...ãh...na parte da Genética Clássica são as leis de Mendel. Certo? Agora as leis de Mendel elas só fazem sentido para o aluno se ele souber a teoria cromossômica da herança (...)	(...) (00:02:16) é muito fácil eu fazer uma segregação 3:1 só usando número. O aluno faz! Agora se aquilo lá tem algum nível de compreensão para ele, isso eu não sei, eu acho que não, se ele não entender a teoria cromossômica da herança. (...)
	+	DB4	(00:09:14) (...) eu acho que a grade curricular tem sim que estar centrada nessa questão da aplicação e com a conexão direta com a vida diária que implica em alimento, medicação e tratamento de doença e naturalmente tudo isso precedido de uma base que aproxime, que retome, que religue, conteúdos de divisão celular aprofundando para Genética Molecular. E aí sim, trabalhar obviamente, digamos, os itens de sempre, como padrões de herança, base cromossômica de herança, mapeamento, recombinação, mas que isso especialmente não se transforme nessa coisa de ficar fazendo probleminha e heredrograma, né? (...)	
	+	DB5	(00:26:01) É fundamental a Genética	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15.

				Clássica de drosófila... o que é básico aí? Como é que os cromossomos da drosófila ajudaram a entender a herança. A famosa teoria cromossômica da herança que vem lá da escola do Morgan. (...)	Como o conhecimento científico é gerado))
68.	Composição do cromossomo	+	DB2	(00:05:26) (...) para ele entender as leis de Mendel o ideal seria que ele tivesse primeiro noções de célula, que é a unidade de vida que vai formar os organismos celulares e dele próprio ao longo...está certo? Ãh...da composição desses cromossomos, da localização do material hereditário, de mais ou menos como é que esse material hereditário funciona para que ao entender depois como é que no organismo materno e no organismo paterno esse material vai ser separado, vai ser distribuído e depois juntado para fazer um outro organismo. (...)	(00:05:26) (...) para ele entender as leis de Mendel o ideal seria que ele tivesse primeiro noções de célula, (...) da localização do material hereditário, de mais ou menos como é que esse material hereditário funciona para que ao entender depois como é que no organismo materno e no organismo paterno esse material vai ser separado, vai ser distribuído e depois juntado para fazer um outro organismo. Então, ele vai estar entendendo, o aluno, quando ele entender isso, eu acho que ele vai estar entendendo um pouco de como funciona o próprio organismo dele. Está certo? Como é que a espécie humana tem as suas informações e passa essas informações de uma geração para a próxima. (...)
69.	Relação entre DNA e cromossomo	+	DE6	(00:03:05) DE6: The first thing I wrote I'm calling it skill and this is skill in a spacious sense so I think that students should definitely come out of High School understanding the difference between DNA and genes versus chromosomes versus… nucleus versus cells and understand when we are talking molecules, when we are	(00:04:05) But I see a lot of confusion between the differences between the genes and chromosomes for example and DNA, they've heard of DNA but they couldn't distinguish why don't we just say gene, why we say DNA (…).So, some appreciation there. ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1.

				talking genes and DNA, when we are talking larger things (…)	Definição de Genética))
70.	Organização do DNA nos cromossomos	+	DE4	(00:08:40) That would be something that I would certainly cover. And then some coverage of the structure of DNA would be important and how DNA is organized in the chromosomes and then some of what we know about, and beyond that, transcription and translation.	
71.	O cromossomo é formado por uma única molécula de DNA	+	DB2	Complementação por *e-mail*: (...) Também precisa compreender a composição do cromossomo, ou seja, cada cromossomo é formado por uma única molécula de DNA. (...)	
72.	Relação entre dupla-helice, cromossomos, diploidia, haploidia	+	DB5	(00:40:01) Então, aí esses conceitos de Biologia Molecular precisam de alguma maneira se entrelaçar e que tudo fique muito claro em relação à Genética, pensando em cromossomos: conceito “cromossomo”, conceito “organismos haploide”, conceito “organismo diploide”. (...)	(00:38:34) (...) Até para o pessoal entender depois como é que se dão as divisões celulares, porque pode rolar uma confusão tremenda dessa dupla hélice com a sabe... com um organismo diploide, cromossomos homólogos. (00:40:01) Então, aí é muito importante tentar juntar essas coisas nesse ponto porque se não a confusão pode ser total. Tá? (...) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
73.	Par de cromossomos homólogos	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
74.	Participação em situações que envolvam o desenho legendado de um par	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))

	de cromossomos homólogos, destacando a localização de um gene em particular.				
		+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: "Genetics and Inherited Traits", trata-se de um dos parâmetros (standards) apresentado no Michigan Merit Curriculum. Diferente dos demais parâmetros mencionados pela entrevistada, ela não apresenta maiores explicações sobre o mesmo sobre o que esse abrangeria em sua opinião. Portanto, nesse caso específico, utilizou-se como referência o próprio documento e a abrangência apresentada por ele, em seu item B4.1).	(00:02:20) One of the most important things that we want students to know is for "Genetic and Inherit Traits" as we want them to know and understand how they developed their own physical traits and why they have what they do have. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular)
75.	Autossomo	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
76.	Cromossomo sexual	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
77.	Cariótipo	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
78.	Cariótipo normal	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)".

				((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
79. Haploidia 80. Diploidia	+	PB5	(00:09:46) Aí eu resgato as questões conceituais clássicas tipo: haploidia, diploidia, eles fazem uma confusão danada (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
	+	DB5	(00:40:01) Então, aí esses conceitos de Biologia Molecular precisam de alguma maneira se entrelaçar e que tudo fique muito claro em relação à Genética, pensando em cromossomos: conceito “cromossomo”, conceito “organismos haploide”, conceito “organismo diploide”. (...)	(00:38:34) (...) Até para o pessoal entender depois como é que se dão as divisões celulares, porque pode rolar uma confusão tremenda dessa dupla hélice com a sabe... com um organismo diploide, cromossomos homólogos. (00:40:01) Então, aí é muito importante tentar juntar essas coisas nesse ponto porque se não a confusão pode ser total. Tá? (...) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
81. Ciclo celular	+	DE5	(00:00:46) DE5: Ok. I think there are a lot of topics in Genetics and related topics, for example: cell cycle, or Cell Theory to start with to understand that as a basic unit of life and then cell cycle to understand cell reproduction because that seemed to be a foundation for understanding inheritance, you can see the large patterns across generations but understanding a cell cycle and what happens during a cell cycle I think is fundamental.	(00:00:46) DE5: Ok. I think there are a lot of topics in Genetics and related topics, for example: cell cycle, or Cell Theory to start with to understand that as a basic unit of life and then cell cycle to understand cell reproduction because that seemed to be a foundation for understanding inheritance, you can see the large patterns across generations but understanding a cell cycle and what happens during a cell cycle I think is fundamental (…) (00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and

				the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
82. Divisão, crescimento e desenvolvimento celular estão associados com o aumento do número, volume e produtos celulares	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
83. Crescimento celular	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
84. Desenvolvimento celular	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
85. Divisão celular	+	PB5	(00:06:11) Mas, o que, eu acho fundamental associar a questão da herança propriamente. A ideia é trabalhar em três níveis: como é que o DNA funciona na célula, como o DNA funciona de célula para célula, quer dizer: o DNA, sendo um material genético, mas como ele coordena minimamente, ele trabalha, funciona dentro da célula. O segundo nível seria célula a célula. Então, entra divisão celular, entra um pouco de diferenciação celular. Então, a gente chega a discutir um pouquinho sobre esse papel. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
	+	DB2	(00:01:10) Bom, eu acho que o básico, o básico, o basicão de tudo é...ãh...na parte da Genética Clássica são as leis de Mendel. Certo? Agora as leis de Mendel elas só	(00:01:10) (...) Ele só vai entender as leis de Mendel se ele entender essa relação que existe com a própria divisão celular que por outro lado faz parte de cada unidade que

			fazem sentido para o aluno se ele souber a teoria cromossômica da herança, ou seja, se ele souber associar os processos de divisão celular, o que são os cromossomos, o que é o cromossomo aonde está o material hereditário, o que é o gene, onde ele está localizado e como esse material se segrega na formação dos gametas, né?	forma o organismo. (00:02:16) Então,...porque a Genética é muito abstrata, trata de conceitos que estão dentro da categoria do não visível a olho nu. Está certo? Então, eu acho que o aluno precisa, ele precisa realmente entender a coisa, o professor precisa usar de recursos e fazer ligações e conexões que permita que o aluno tenha aquilo de uma maneira que faça um sentido, porque é muito fácil eu fazer uma segregação 3:1 só usando número. O aluno faz! Agora se aquilo lá tem algum nível de compreensão para ele, isso eu não sei, eu acho que não, se ele não entender a teoria cromossômica da herança (...).
	+	DB4	(06:20:00) (...) eu entendo que, primeiro, tem que se dar um foco maior em Citogenética e Genética Molecular (...)	(06:20:00) (...) eu entendo que, primeiro, tem que se dar um foco maior em Citogenética e Genética Molecular, no sentido de conectar aqueles conteúdos da Citologia que em geral ele aprende lá no primeiro colegial, muitas escolas trabalham com Ecologia, tem citologia no primeiro ano e vão trabalhar com Genética no terceiro. Então, quando ele começa a aula de Genética lá no terceiro, ele não sabe, não tem mais conectado aquele conteúdo que ele aprendeu lá, de divisão celular, e conteúdo em relação à distribuição cromossômica. Eu acho que um primeiro aspecto importante é esse, fazer uma conexão com Citogenética para que eles

				consigam associar o que ele vai aprender de mais abstrato, no que diz respeito a cromossomos e genes, associar isso pelo menos àqueles modelos de divisão celular e tentar conseguir visualizar isso no organismo dos seres vivos (...).
	+	DB5	(00:43:45) E: ...replicação... (00:43:46) DB5: A replicação vem antes até para o pessoal entender no momento da divisão celular o que é que está acontecendo com esse material genético. (00:43:53) E: O senhor falou também de estar incluindo a divisão celular nesse processo. (00:44:00) DB5: Exatamente. Mostrar quando o material genético replica com a divisão celular como é que é a divisão desse material ali para as células filhas.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE3	(00:02:20) PE3: So the topics that are the most important are “Genetics and Inherit Traits”, the “basic understanding of DNA structure and function”, “Cell Divisions”, mitosis, more emphasis on meiosis at least at our great grade levels, I hope they’d have a little bit of that previous background knowledge before coming to my class and then we get into a little bit of “Genetic Variation” at the end.	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:10:02) PE3: For all this that I gave right there, I feel that that part of Genetics actually can apply to their life. They can see that in the things they do. When they become parents themselves and when they have children they can understand why their own children have the traits that they do. Also being aware of some of the radiation and the chemical factors out their that can mutate their DNA and cause problems, and maybe

				avoiding them or just having that knowledge and awareness of what can actually happen and cause, you know, certain cancers or diseases. Also I want them to have a basic knowledge of some genetic diseases just in case their own children have and they don't know what kind of help they need or where they can go to receive the help to take care of the kid. This is more the basic stuff to kind of get them for survival. Obviously most of these kids are not gonna out and become scientists or working in the fields of Genetics. I just want them to have a basic understanding so that they can apply certain things.
	+	PE4	(00:00:30) (…) So I think right now, personally what we're covering is basically how does DNA replicate, how does the cell replicate, how are your traits passed on from mom and dad to you and how does that make you "you". (…)	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:00:30) (…) (00:00:30) (…) So I think right now, personally what we're covering is basically how does DNA replicate, how does the cell replicate, how are your traits passed on from mom and dad to you and how does that make you "you". And I think for most students right now that's about where we need to be, so they can understand critical issues like stem cell research and cloning, so they can understand what's actually happening with all of this issue because they need to vote on them and they need understand, you know, the different aspects

				from the scientists to the critical people, you know, so they need to have the basic understanding. (00:01:41) I also think that as a general citizen they need to understand that when they're having their own kids and the doctor says "Do you want this genetic test?" they understand why and what they're looking for, so they have a better understanding of the processes and they don't get so scared or worried when the doctor says "Let's do these genetic tests."…
86. Relação entre o comportamento dos cromossomos e os padrões de herança	+	PB2	(00:20:22) (...) Eu tentei enxugar, falar assim: "Qual é o essencial disso tudo que eu ensino". E aí é a mesma coisa: elaborar hipóteses a partir de dados sobre padrão de herança e relacionar comportamentos dos cromossomos a isso (...)	(00:08:46) (...) Aí eu apresento para ele também os modelos de divisão celular, sem falar nada de fase. A gente faz aquelas atividades com massinha para ele entender como o comportamento dos cromossomos permite um cálculo de probabilidade daquele. (00:22:03) (...) Daí vem uma pergunta que você fez que é assim: " Ah! Mas qual é a relevância disso para o cidadão? Nenhuma. Eu não acredito em um curso de Biologia utilitário. (...).Um indivíduo não vai precisar saber nada sobre meiose, ele vai ter duzentos filhos ou nenhum de acordo com outras questões que não passam por um curso de Biologia. (00:23:11) Essa da meiose não serve para nada. Mas se não serve para nada, porque é que eu ainda ensino? É porque ensina uma maneira de pensar. Uma maneira de pensar que eu acho que essa sim é muito útil para a

				pessoa. Essa ideia dos dados, elaborar um modelo explicativo. Se a gente conseguisse que metade da população do Universo fizesse isso a situação seria outra. (...) JUSTIFICATIVA GERAL: (00:25:01) E: Não sei se entendi bem, mas para você o mais importante seria o desenvolvimento das habilidades... (00:25:09) PB2: Cognitivas (00:25:11) E: ... do que o conteúdo em si que ele está vendo. (00:25:14) PB2: É. É. É lógico que dentro da Genética eu não vou conseguir desenvolver com eles, por exemplo, tão bem a descrição, que é uma coisa importante conseguir descrever. Descrever o mundo a realidade. A genética não é o melhor assunto para isso. No que ela é boa? Nessa questão dos modelos abstratos, nos dados matemáticos, coisa que em Ecologia não tinha. (...) Mas pensando assim: "Por que escolher esse?", é porque estrutura o pensamento dos meus alunos. Estrutura o pensamento dos meus alunos e de qualquer outro aluno, se bem utilizada. ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: **Error! Reference source not found.**. Filosofia da Ciência)).
87. Mitose	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE3	(00:02:20) PE3: So the topics that are the	((JUSTIFICATIVA GERAL:

			most important are “Genetics and Inherit Traits”, the “basic understanding of DNA structure and function”, “Cell Divisions”, mitosis, more emphasis on meiosis at least at our great grade levels, I hope they’d have a little bit of that previous background knowledge before coming to my class and then we get into a little bit of “Genetic Variation” at the end.	Idem item 85 Divisão celular))
	+	DE4	((00:01:35) (…) I think that would probably be the most fundamental thing to know details of meiosis and mitosis. I know from experience they are not realistic expectations of high school kids but if they had some knowledge, some of the basic processes and the consequences of that that would be useful. (…)	
	+	DE5	(00:02:15) (…) Things like mitosis and meiosis as processes I think are important. I do not think it’s necessary that they memorize the phases of mitosis and the phases of meiosis and know the names, I think that the tracks for them to understand it conceptually, what’s happening in the process and why that processes are important for inheritance, process of meiosis… (…)	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
88. O que acontece no processo de mitose	+	DE5	(00:02:15) (…) Things like mitosis and meiosis as processes I think are important. I do not think it’s necessary that they memorize the phases of mitosis and the	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today

			phases of meiosis and know the names, I think that the tracks for them to understand it conceptually, what's happening in the process and why that processes are important for inheritance, process of meiosis… (…)	with biotechnology issues that we have understanding. (…) (00:08:21) E: So, you also said about recessive, dominant, do you think that Mendel's laws must be taught? (00:08:42) DE5: I think Mendel's laws are…Yes, I think they should be taught within the context of meiosis as a theoretical explanation for those laws.
89. Classificação das fases da mitose	-	DE5	(00:02:15) (…) Things like mitosis and meiosis as processes I think are important. I do not think it's necessary that they memorize the phases of mitosis and the phases of meiosis and know the names, I think that the tracks for them to understand it conceptually, what's happening in the process and why that processes are important for inheritance, process of meiosis… (…)	
	-	DE6	(00:07:02). And if they had a prior Cell Biology introduction to cell division then I think they can very quickly just explain the point of mitosis is simply to separate and then the point of meiosis is to scramble and shuffle and split things in half. Again I don't think at this stage for Genetics they need to name all the stages for what the microtubules are doing, that's really Cell Biology, I mean, that would be nice but I don't think that is central as Genetics goes, ok?	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

90.	Por que o processo de mitose é importante para herança	+	DE5	(00:02:15) (…) Things like mitosis and meiosis as processes I think are important. I do not think it's necessary that they memorize the phases of mitosis and the phases of meiosis and know the names, I think that the tracks for them to understand it conceptually, what's happening in the process and why that processes are important for inheritance, process of meiosis… (…)	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
91.	Comparação da passagem de informações genéticas para as novas células no caso da meiose e no caso da mitose	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
92.	Meiose	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)". ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
		+	PB6	(00:00:05) (...) Agora, é impossível desvincular a Genética Clássica da meiose, da divisão, da Citologia enfim. Porque depois que ele termina um ano inteiro, você pode surpreende-lo com uma pergunta: "O	(00:00:05) (...) Agora, é impossível desvincular a Genética Clássica da meiose, da divisão, da Citologia enfim. Porque depois que ele termina um ano inteiro, você pode surpreende-lo com uma pergunta: "O

			que é um organismo diploide?” Ele não sabe. Então, não pode desvincular uma coisa da outra. (...)	que é um organismo diploide?” Ele não sabe. Então, não pode desvincular uma coisa da outra. Não pode desvincular meiose, por exemplo, porque a meiose, ela é importante desde o momento em que você ensina a primeira lei de Mendel. O que tem a ver a primeira lei de Mendel com a meiose. Aí depois ela se torna também importante, no momento da segregação independente, quando você trabalha com dois pares de genes. A meiose também se torna independente quando fala em não-disjunção, mutações, síndrome de Down, etc. Então, é impossível desvincular as duas coisas. (00:01:41) Então, eu acho que as duas coisas tem que ser ensinadas concomitantemente: Citologia e Genética. Ao mesmo tempo, você acaba usando isso em Botânica, em Ecologia, em Evolução e as coisas se expandem, né? (...) ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL:63. Localização do material genético dentro da célula)).
	+	DB2	(00:03:05) E: Certo, então assim, pelo que eu entendi a senhora falou que é importante que ele saiba como é que ocorre a divisão celular, como ocorre a segregação dos cromossomos... (00:02:16) DB2: Meiótica, né? A meiose.	
	+	DB3	(00:14:04) E a primeira e a segunda lei. Meiose obviamente se você está falando de	(00:14:04) E a primeira e a segunda lei. Meiose obviamente se você está falando de

			primeira lei, segunda lei, você vai amarrar com a meiose.	primeira lei, segunda lei, você vai amarrar com a meiose. JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
	+	DB6	(00:02:24) (...) Então, a divisão celular e a meiose é uma das coisas mais centrais que tem se você for pensar no Ensino Médio. (...)	(00:02:24) (...) Uma coisa que está por trás de tudo isso que eu falei é a divisão celular, a meiose, por quê? A meiose explica a transmissão mendeliana das características, correto? Então, ela explica a primeira Lei de Mendel, a segunda Lei de Mendel. A meiose explica a diversidade dos seres vivos que é o substrato da Teoria da Evolução, substrato para o processo evolutivo. Então, a divisão celular e a meiose são uma das coisas mais centrais que tem, se você for pensar no Ensino Médio. O camarada que não entendeu a meiose ele é um camarada fadado

				a aprender uma série de conhecimentos como estanques, como compartimentos, ele é incapaz de fazer síntese. (00:03:26) Então, eu não estou muito próxima dos livros didáticos do Ensino Médio, na minha opinião o que eles apresentam até que é adequado, o meu problema é a maneira como isso vai ser processado. Então, um professor dá a primeira e segunda Lei de Mendel e não fala nada de meiose. No outro ano, na Biologia Celular, vai dar mitose e meiose e o camarada não amarra aquela meiose, aquela separação dos cromossomos com aquela separação lá dos alelos, dos fatores de Mendel. (00:03:52) Então, ele terminando separado, ele não junta isso, não tem nada a ver a segregação com a meiose. Aí você fala que a reprodução sexuada é importante porque ela aumenta a variabilidade genética e isso é o substrato da evolução e o camarada não liga isso com o sorteio dos cromossomos que acontece na meiose de todo ser vivo diploides (DB6). ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 240 Código genético))
	+	PE3	(00:02:20) PE3: So the topics that are the most important are “Genetics and Inherit Traits”, the “basic understanding of DNA structure and function”, “Cell Divisions”, mitosis, more emphasis on meiosis at least at our great grade levels, I hope they’d have a	(00:03:21) And then, with meiosis we just would like to talk a little about genetic recombination, the genetic variation so that they understand why we don’t all look alike, that we have different alleles, we have different varieties because of that. (…)

			little bit of that previous background knowledge before coming to my class and then we get into a little bit of "Genetic Variation" at the end.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
	+	DE4	((00:01:35) (…) I think that would probably be the most fundamental thing to know details of meiosis and mitosis. I know from experience they are not realistic expectations of high school kids but if they had some knowledge, some of the basic processes and the consequences of that that would be useful. (…)	
	+	DE5	(00:02:15) (…) Things like mitosis and meiosis as processes I think are important. I do not think it's necessary that they memorize the phases of mitosis and the phases of meiosis and know the names, I think that the tracks for them to understand it conceptually, what's happening in the process and why that processes are important for inheritance, process of meiosis… (…)	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…) (00:08:21) E: So, you also said about recessive, dominant, do you think that Mendel's laws must be taught? (00:08:42) DE5: I think Mendel's laws are…Yes, I think they should be taught within the context of meiosis as a theoretical explanation for those laws.
	-	DE6	(00:39:05) I teach Genetics to second and third year students, biology majors, who have already seen at least once, usually twice, and they still, it takes a lot for them to fully get it and it's important if are really	(00:39:05) So, if you're saying teaching Mendel also means teach Cell Biology and meiosis, ok, good. I'm on the fence there. I think it's nice if you can really get them to appreciate meiosis in a mechanistic way,

			gonna be a biologist to get it. (00:39:58) But I think for an everyday citizen it's not so critical, what's more critical I think it's just to appreciate, by whatever means happen, you end up getting half genes from your mom and half genes from your dad and one copy of the gene from mom and then from dad and understanding how Mendel figured that out how that plays out to affect phenotype should be differed for when you wanna talk about things like genetic diseases or occasionally a simple trait. (…) (00:46:57) I mean, meiosis explains Mendel, Mendel anticipates meiosis, it's beautiful. You need to understand that meiosis gives you… diversity and takes you from diploid to haploid…, you know, yes, that's great. But, high school students, I don't think they have to really understand meiosis, I don't think they really have to understand even really Punnett square. Well, ok, you can just give some examples… (…)	because it's elegant and it's simple, but I think again, it's a little bit of a stretch. I teach Genetics to second and third year students, biology majors, who have already seen at least once, usually twice, and they still, it takes a lot for them to fully get it and it's important if are really gonna be a biologist to get it. (00:39:58) But I think for an everyday citizen it's not so critical, what's more critical I think it's just to appreciate, by whatever means happen, you end up getting half genes from your mom and half genes from your dad and one copy of the gene from mom and then from dad and understanding how Mendel figured that out how that plays out to affect phenotype should be differed for when you wanna talk about things like genetic diseases or occasionally a simple trait.
93. Classificação das fases da meiose	-	DB2	(00:02:25) É. Mas não aquela divisão celular, não aquela meiose cheia de nomes né, leptóteno, zigóteno, paquíteno, diacinese, tal (...).	(00:02:25) É. Mas não aquela divisão celular, não aquela meiose cheia de nomes né, leptóteno, zigóteno, paquíteno, diacinese, tal. Enfim, o aluno acaba decorando uma porção de nomes preocupados em cada uma das fases, né, ele fica perdido nessa descrição e na maioria das vezes não existe a correlação o significado da meiose. (...) propriamente dita, né? Quer dizer, é vincular

				leis de segregação com constituição do organismo... Se ele entendeu isso, pronto. (...) (00:04:42) DB2: Não é o objetivo, se o ensino for de Genética é até salutar que eles não estejam presentes, esses nomes. E sim o que ocorre, quando que os homólogos se separam, quando que os genes maternos e paternos vão para uma célula e para outra, em termos de significado que a meiose I e II possuem.
	-	DE5	(00:02:15) (…) Things like mitosis and meiosis as processes I think are important. I do not think it's necessary that they memorize the phases of mitosis and the phases of meiosis and know the names, I think that the tracks for them to understand it conceptually, what's happening in the process and why that processes are important for inheritance, process of meiosis… (…)	
	-	DE6	(00:07:02). And if they had a prior Cell Biology introduction to cell division then I think they can very quickly just explain the point of mitosis is simply to separate and then the point of meiosis is to scramble and shuffle and split things in half. Again I don't think at this stage for Genetics they need to name all the stages for what the microtubules are doing, that's really Cell Biology, I mean, that would be nice but I don't think that is central as Genetics goes,	

				ok?	
94.	O que acontece no processo de meiose	+	DE5	(00:02:15) (…) Things like mitosis and meiosis as processes I think are important. I do not think it's necessary that they memorize the phases of mitosis and the phases of meiosis and know the names, I think that the tracks for them to understand it conceptually, what's happening in the process and why that processes are important for inheritance, process of meiosis… (…)	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
95.	Como o material genético é separado no organismo materno e no organismo paterno	+	DB2	(00:05:26) (...) para ele entender as leis de Mendel o ideal seria que ele tivesse primeiro noções de célula, (...) da localização do material hereditário, de mais ou menos como é que esse material hereditário funciona para que ao entender depois como é que no organismo materno e no organismo paterno esse material vai ser separado, vai ser distribuído e depois juntado para fazer um outro organismo. (...)	(00:05:26) (...) para ele entender as leis de Mendel o ideal seria que ele tivesse primeiro noções de célula, (...) da localização do material hereditário, de mais ou menos como é que esse material hereditário funciona para que ao entender depois como é que no organismo materno e no organismo paterno esse material vai ser separado, vai ser distribuído e depois juntado para fazer um outro organismo. Então, ele vai estar entendendo, o aluno, quando ele entender isso, eu acho que ele vai estar entendendo um pouco de como funciona o próprio organismo dele. Está certo? Como é que a espécie humana tem as suas informações e passa essas informações de uma geração para a próxima. (...)
96.	Como o material genético segrega na	+	DB2	(01:10) Bom, eu acho que o básico, o básico, o basicão de tudo é...ãh...na parte da	(00:05:26) (...) Então, ele vai estar entendendo, o aluno, quando ele entender

formação dos gametas			Genética Clássica são as leis de Mendel. Certo? Agora as leis de Mendel elas só fazem sentido para o aluno se ele souber a teoria cromossômica da herança, ou seja, se ele souber associar os processos de divisão celular, o que são os cromossomos, o que é o cromossomo aonde está o material hereditário, o que é o gene, onde ele está localizado e como esse material se segrega na formação dos gametas, né?	isso, eu acho que ele vai estar entendendo um pouco de como funciona o próprio organismo dele. Está certo? Como é que a espécie humana tem as suas informações e passa essas informações de uma geração para a próxima. (...)
97. Relação entre genes e segregação cromossômica na meiose	+	DB2	Complementação por *e-mail*: Além disso, é importante relacionar os genes com a segregação cromossômica na meiose.	
	+	DB1	(00:02:18) (...) Eu pensei em uns conceitos (...) (00:03:20) (...)Paralelismo entre a segregação de genes e a segregação dos cromossomos. (...)	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:10:48) E: Na hora de selecionar os conteúdos, por que o senhor considerou esses básicos? Qual foi o critério utilizado para escolher esses como básicos? (...) (00:13:17) Eu acho esses importantes, porque são conceitos que vêm da Genética Clássica e que até hoje são muito bem estabelecidos nos fenômenos que se estuda, mais complexos, mas que no fundo estão embutidos ali.
98. Crossing over	+	DB1	(00:06:12) Outros conceitos: recombinação, *crossing over*, interação gênica e mutação. (...) Então, eu acho que seria o fundamental para Genética e Genética Molecular.	
99. Recombinação	+	DB1	(00:06:12) Outros conceitos: recombinação,	

			crossing over, interação gênica e mutação. (...) Então, eu acho que seria o fundamental para Genética e Genética Molecular.	
	+	DB4	(00:09:14) (...) eu acho que a grade curricular tem sim que estar centrada nessa questão da aplicação e com a conexão direta com a vida diária que implica em alimento, medicação e tratamento de doença e naturalmente tudo isso precedido de uma base que aproxime, que retome, que religue, conteúdos de divisão celular aprofundando para Genética Molecular. E aí sim, trabalhar obviamente, digamos, os itens de sempre, como padrões de herança, base cromossômica de herança, mapeamento, recombinação, mas que isso especialmente não se transforme nessa coisa de ficar fazendo probleminha e heredrograma, né? (...)	
	+	PE3	(00:03:21) And then, with meiosis we just would like to talk a little about genetic recombination, the genetic variation so that they understand why we don't all look alike, that we have different alleles, we have different varieties because of that. (…)	(00:03:21) And then, with meiosis we just would like to talk a little about genetic recombination, the genetic variation so that they understand why we don't all look alike, that we have different alleles, we have different varieties because of that. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
100. Recombinação pode ser passadas de geração para geração	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: "More emphasis on meiosis and genetic recombination, genetic	

			variation and mutations that can be passed to offspring”))	
101. Durante a reprodução cada indivíduo transmite ao acaso metade de sua informação genética para o novo indivíduo	+	DE4	(00:00:34) (…) But I suppose that basically it would be nice if people had some idea of Mendelian Genetics and a very simple knowledge that genetic information… (00:01:35) it is fundamentally information and its physical manifestation is in the DNA molecule and half of that information comes from each parent and then when the individuals reproduce that information basically shuffled like a deck of cards and then they can contribute half of each other (offspring). (…)	
102. Cada metade da informação genética de um organismo vem de cada um de seus pais	+	DE4	(00:00:34) (…) But I suppose that basically it would be nice if people had some idea of Mendelian Genetics and a very simple knowledge that genetic information… (00:01:35) it is fundamentally information and its physical manifestation is in the DNA molecule and half of that information comes from each parent and then when the individuals reproduce that information basically shuffled like a deck of cards and then they can contribute half of each other (offspring). (…)	
	+	DE6	(00:39:58) But I think for an everyday citizen it’s not so critical, what’s more critical I think it’s just to appreciate, by whatever means happen, you end up getting half genes from your mom and half genes	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

			from your dad and one copy of the gene from mom and then from dad (…)	
103. Nas células eucariontes há duas cópias dos cromossomos e nos gametas apenas uma cópia	+	DE5	(00:03:11) just basics…how, you know, for eukaryotic Genetics, having two copies of chromosomes and knowing that in the gametes that we have one copy of each kind and that is a foundation for understanding inheritance patterns. So those kinds of things I think are important for the high school level. (…)	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
104. Por que o processo de meiose é importante para herança	+	DE5	(00:02:15) (…) Things like mitosis and meiosis as processes I think are important. I do not think it's necessary that they memorize the phases of mitosis and the phases of meiosis and know the names, I think that the tracks for them to understand it conceptually, what's happening in the process and why that processes are important for inheritance, process of meiosis… (…)	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
105. A meiose não está apenas associada à formação de gametas	+	PB5	(00:13:13) (...)Então, por exemplo, eu quebro muito a cabeça para desassociar meiose de gameta. Por que todo mundo tem uma concepção, uma coisa preconcebida que meiose é gameta, meiose é gameta, meiose é gameta ((bata a lateral externa da mão espalmada em dois pontos da mesa, repetidamente, durante 3 vezes)). Eu falo: "Gente, não é bem isso". Então, eu bato um pouco nesses ciclos de vida com ele, para mostrar que não é.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).

106. Ciclos de vida (haplobionte e diplobionte)	+	PB5	(00:13:13) (...)Então, por exemplo, eu quebro muito a cabeça para desassociar meiose de gameta. Por que todo mundo tem uma concepção, uma coisa preconcebida que meiose é gameta, meiose é gameta, meiose é gameta ((bata a lateral externa da mão espalmada em dois pontos da mesa, repetidamente, durante 3 vezes)). Eu falo: "Gente, não é bem isso". Então, eu bato um pouco nesses ciclos de vida com ele, para mostrar que não é.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
	-	DB1	(00:13:17) (...) O que eu me lembro é que tem coisas no Ensino Médio que eu acho um absurdo, eu lembro que tinha aqueles ciclos né: os haplobiontes, diplobiontes. Aquilo tudo a gente nem dá na nossa disciplina.	
107. Reprodução			(Conteúdo inclusivo – Ver tabela X)	
108. Reprodução sexuada	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)". ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
109. Diferentes espécies podem ter diferentes finalidades para o sexo, podendo ser este	+	PE6	(00:01:41) I think sometimes students think… when we teach as teachers… sometimes they only think of us all humans and they don't realize that other organisms	(00:01:41) I think sometimes students think… when we teach as teachers… sometimes they only think of us all humans and they don't realize that other organisms

utilizado por prazer ou para a transferência material genético			are made in different ways and that's a really crucial piece that teachers need to share with high school students. That not all organisms have a penis and a vagina. It's completely different now the end and they make it for different reasons. (00:03:23) Because all young people think it's about having pleasure, when it comes other organims it's not always about pleasure it's just about the transfer of genetic material. I think that's an important complement for them to understand, to not just see (us as a race) but to see other organisms also carrying out the same processes that we are but with different proposes in mind.	are made in different ways and that's a really crucial piece that teachers need to share with high school students. That not all organisms have a penis and a vagina. It's completely different now the end and they make it for different reasons. (00:03:23) Because all young people think it's about having pleasure, when it comes other organims it's not always about pleasure it's just about the transfer of genetic material. I think that's an important complement for them to understand, to not just see (us as a race) but to see other organisms also carrying out the same processes that we are but with different proposes in mind. ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 15 Como o conhecimento científico é gerado))
110. Função da reprodução sexual 111. A reprodução sexual é um processo de transferência de genes 112. Como a reprodução ocorre 113. Definição de espermatozoide 114. Definição de célula ovo	+	PE6	(00:00:30) PE6: Well, first of all I think that high school students need to know about…We need to start off with something that they are more familiar with. Like, for example: a lot of teenagers having sex. So when it comes to teaching Genetics we can start off with the DNA: "Why is it that we have sex?", "Why is it that we reproduce?" "How does reproduction occur?" and then so we can start off with just the simple main effect of sperm, what the sperm egg is like, what the female egg is like. (…) (00:06:59) (…) That we start off with teaching kids that, you know, when you have	(00:00:30) PE6: Well, first of all I think that high school students need to know about…We need to start off with something that they are more familiar with. Like, for example: a lot of teenagers having sex. So when it comes to teaching Genetics we can start off with the DNA: "Why is it that we have sex?", "Why is it that we reproduce?" "How does reproduction occur?" and then so we can start off with just the simple main effect of sperm, what the sperm egg is like, what the female egg is like. I think that it's just really important when it comes to teaching Genetics first capturing students

			sex that's a genetic process, you know, the transfer of genes, "What's up with those genes?", "What are those genes for?, "Why are we transferring genes?", "What happens when genes are transferred?" That's information being transferred there, how is that going to look? When those genes are transferred from father, from mother to child how is it going to look like? That's fundamental that it does have a look, it does have a phenotype.	attention on what they're doing and what's happening when they are doing that. (00:01:41) (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 15 Como o conhecimento científico é gerado))
115. Como o material genético separado no organismo paterno e materno se junta para fazer um outro organismo	+	DB2	(00:05:26) (...) para ele entender as leis de Mendel o ideal seria que ele tivesse primeiro noções de célula, (...) da localização do material hereditário, de mais ou menos como é que esse material hereditário funciona para que ao entender depois como é que no organismo materno e no organismo paterno esse material vai ser separado, vai ser distribuído e depois juntado para fazer um outro organismo. Então, ele vai estar entendendo, o aluno, quando ele entender isso, eu acho que ele vai estar entendendo um pouco de como funciona o próprio organismo dele. Está certo? Como é que a espécie humana tem as suas informações e passa essas informações de uma geração para a próxima. (...)	(00:05:26) (...) para ele entender as leis de Mendel o ideal seria que ele tivesse primeiro noções de célula, (...) da localização do material hereditário, de mais ou menos como é que esse material hereditário funciona para que ao entender depois como é que no organismo materno e no organismo paterno esse material vai ser separado, vai ser distribuído e depois juntado para fazer um outro organismo. Então, ele vai estar entendendo, o aluno, quando ele entender isso, eu acho que ele vai estar entendendo um pouco de como funciona o próprio organismo dele. Está certo? Como é que a espécie humana tem as suas informações e passa essas informações de uma geração para a próxima. (...)
116. Passagem do DNA do espermatozoide para a	+	PE6	(00:01:41) Then from them we can talk about DNA and we can go into the exchange	(00:00:30) PE6: Well, first of all I think that high school students need to know

célula ovo			of DNA from the sperm itself to the egg, (…)	about…We need to start off with something that they are more familiar with. Like, for example: a lot of teenagers having sex. So when it comes to teaching Genetics we can start off with the DNA: “Why is it that we have sex?”, “Why is it that we reproduce?” “How does reproduction occur?” and then so we can start off with just the simple main effect of sperm, what the sperm egg is like, what the female egg is like. I think that it’s just really important when it comes to teaching Genetics first capturing students attention on what they’re doing and what’s happening when they are doing that. 00:01:41) Then from them we can talk about DNA and we can go into the exchange of DNA from the sperm itself to the egg (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 15 Como o conhecimento científico é gerado))
117. Como organismos transferem o material genético um para o outro em diferentes tipos de organismo	+	PE6	Something else that they need to know about is how other organisms transfer their DNA to one another, how their gene transfer occurs.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 15 Como o conhecimento científico é gerado))
118. Por que acontece a transferência de genes (qual a função desses genes)	+	PE6	(00:06:59) (…) That we start off with teaching kids that, you know, when you have sex that’s a genetic process, you know, the transfer of genes, “What’s up with those genes?”, “What are those genes for?, “Why are we transferring genes?”, “What happens when genes are transferred?” That’s	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 15 Como o conhecimento científico é gerado))

				information being transferred there, how is that going to look? When those genes are transferred from father, from mother to child how is it going to look like? That's fundamental that it does have a look, it does have a phenotype.	
119.	Como o filho irá parecer após a transferência dos genes dos pais para ele	+	PE6	(00:06:59) (…) That we start off with teaching kids that, you know, when you have sex that's a genetic process, you know, the transfer of genes, "What's up with those genes?", "What are those genes for?, "Why are we transferring genes?", "What happens when genes are transferred?" That's information being transferred there, how is that going to look? When those genes are transferred from father, from mother to child how is it going to look like? That's fundamental that it does have a look, it does have a phenotype.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 15 Como o conhecimento científico é gerado))
120.	Quando dois organismos juntos só podem reproduzir outro da mesma espécie	+	PE6	(00:09:10) (…) And so teaching them that the laws of Genetics, that when two organisms come together they can only produce their kind, they don't produce something other than. So I think that's really an important piece that needs to be taught to high school students.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 15 Como o conhecimento científico é gerado))
121.	Todas as células de um organismo possuem a mesma bagagem Genética	+	PB6	(00:08:47) PB6: Bem eles precisam saber que: (...) todas as células têm a mesma bagagem Genética, (...) Então, eu acho que isso é o começo, o fundamental.	((Idem JUSTIFICATIVA GERAL:63. Localização do material genético dentro da célula)).
122.	Diferenças entre	+	DE4	(00:02:32) (…) From my point of view, it's	00:02:32) (…) From my point of view, it's

	células somáticas e germinativas			useful to understand the distinction between the somatic cells and germ-line and so there are different issues in Biology that arise and thinking about those of, knowing something about somatic cells and development might help inform people about cancer which is something people deal with during their lives. (…)	useful to understand the distinction between the somatic cells and germ-line and so there are different issues in Biology that arise and thinking about those of, knowing something about somatic cells and development might help inform people about cancer which is something people deal with during their lives. (…)
123.	As células germinativas dão origem a novos indivíduos	+	DE4	(00:03:42) And then understanding that the germ-line will (turn the cells into) animals, and those cells (decide) earlier and that information in those cell (formed will pass to offspring), and then things that happen in the body that are not inheritable. (…)	
124.	Gene	+	PB3	((Gravação em áudio não autorizada))	((Importante para que o aluno entenda o que está vendo na mídia. Ex: teste de DNA)).
		+	DB1	(00:10:48) E: Na hora de selecionar os conteúdos, por que o senhor considerou esses básicos? Qual foi o critério utilizado para escolher esses como básicos? ((Conversas que não estão relacionadas ao foco da pesquisa)). (00:13:17) DB1: Eu acho esses importantes, porque são conceitos que vêm da Genética Clássica e que até hoje são muito bem estabelecidos nos fenômenos que se estuda, mais complexos, mas que no fundo estão embutidos ali. Então, eu acho que ainda são atuais, vamos dizer assim, né? Padrão de herança, primeira e segunda lei de Mendel, gene e alelo, essa é uma outra coisa	(00:10:48) E: Na hora de selecionar os conteúdos, por que o senhor considerou esses básicos? Qual foi o critério utilizado para escolher esses como básicos? ((Conversas que não estão relacionadas ao foco da pesquisa)). (00:13:17) DB1: Eu acho esses importantes, porque são conceitos que vêm da Genética Clássica e que até hoje são muito bem estabelecidos nos fenômenos que se estuda, mais complexos, mas que no fundo estão embutidos ali. Então, eu acho que ainda são atuais, vamos dizer assim, né? Padrão de herança, primeira e segunda lei de Mendel, gene e alelo, essa é uma outra coisa

			interessante, quer dizer, você tem tanta informação e alguns conceitos você mesmo... Isso é comum em Ciências, você ter campos diferentes, né? Muitas vezes a pessoal se refere ao alelo como um gene, né, então às vezes não fica claro, no texto mesmo, que alelo são variações do gene, né? Então, esse tipo de coisa que às vezes vale a pena você... Sem dúvida, esse é o básico do básico. O objeto de estudo da Genética, é o gene.	interessante, quer dizer, você tem tanta informação e alguns conceitos você mesmo... Isso é comum em Ciências, você ter campos diferentes, né? Muitas vezes a pessoal se refere ao alelo como um gene, né, então às vezes não fica claro, no texto mesmo, que alelo são variações do gene, né? Então, esse tipo de coisa que às vezes vale a pena você... Sem dúvida, esse é o básico do básico. O objeto de estudo da Genética, é o gene.
	+	DB2	(00:05:26) (...) o conceito de gene precisa estar muito claro também na cabeça dele... (...)	
	+	DB3	(00:11:17) O que é gene, o que é alelo obviamente, se você está falando de indivíduos diploides você tem que dar essa distinção do que é gene e do que são os alelos.	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
	+	DB5	(00:42:00) Evidentemente conceitos de gene precisam ser trabalhados... o que é um	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))

			gene... Até para você novamente fazer um enlace do que é conceito de gene, pensando em Biologia Molecular e aqueles conceitos de gene que vêm da Genética Clássica. E ressaltar algumas diferenças e algumas semelhanças que, de vez em quando, que você pode estabelecer. (...)	
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética)) (00:00:48) PE1: (…) In terms of the selection process it's what's gene to be most important for students to truly understand how traits get inherited and how they get passed from one organism to another and how they are interpreted how gene expression works so that's the basic idea.
	+	PE2	(00:01:23) PE2: I think to start with your students, even the first year students, 9th grade, everyone needs to know what is a gene, (…).	
	+	PE6	(00:15:34) (…) If they don't understand what a gene is, when I say a "gene" I mean: "Can they picture gene?", "Can they draw a gene?", "Can they conceive it?" If they don't get that fundamental: "the genes are found on DNA" then for me to introduce the biotech that they might be entertained.	
	+	DE2	(00:0:40) (…) I guess for me what they need to know, or maybe I'd rather say, what I don't see them getting and I would like to see them come to me already with is a better	(00:0:40) (…) I guess for me what they need to know, or maybe I'd rather say, what I don't see them getting and I would like to see them come to me already with is a better

			understanding of what a gene is. (…)	understanding of what a gene is. (…) (00:01:37) (…) So, when they get that and really have it at the core of themselves when they come into my class makes my teaching so much easier because they're not lost in DNA, proteins, what's the connection, they're not lost necessarily in that piece so we can talk about deeper subjects and also prepare them for the other courses coming down the line which could then talk about deeper things.
	+	DE6	(00:24:10) I think what's more important at this stage, there is a few key terms you can't escape, gene, chromosomes, DNA, nucleus, you know, and certainly having at least a minimal vocabulary is important (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
125. Diversas visões sobre gene.	+	PB5	(00:07:14) (...) Aí pegando o que a gente sabe e mostrando para eles que na verdade a Genética que a gente conhece é uma Genética que está em transformação. Então, isso para mim é o mais importante que eles aqui saiam sabendo. (...) (00:08:48) Então, o conceito de gene, por exemplo, eu tenho dois momentos. Eu gasto muito pouco tempo para construir um conceito de gene tradicional na cabeça deles e depois desconstruo tudo. Entendeu?	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
	+	DB5	(00:42:00) Evidentemente conceitos de gene precisam ser trabalhados... o que é um gene... Até para você novamente fazer um enlace do que é conceito de gene, pensando	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))

			em Biologia Molecular e aqueles conceitos de gene que vêm da Genética Clássica. E ressaltar algumas diferenças e algumas semelhanças que, de vez em quando, que você pode estabelecer. (...)	
126. Localização do gene			(Conteúdo inclusivo – Ver tabela X)	
127. O gene está na bagagem Genética	+	PB6	(00:08:47) PB6: Bem eles precisam saber que: o nosso material genético está dentro do núcleo das nossas células; que todas as células têm a mesma bagagem Genética, só que nessa bagagem Genética estão os genes (...) Então, eu acho que isso é o começo, o fundamental.	((Idem JUSTIFICATIVA GERAL:63. Localização do material genético dentro da célula)).
128. O gene está no DNA	+	DB2	(00:05:26) (...) o conceito de gene precisa estar muito claro também na cabeça dele... O que é o gene, aonde esta o gene, qual é a função do gene...para que que ele serve. Né? (...) Complementação por *e-mail*: (...)Também é básica a compreensão de que os genes estão no DNA e qual o significado deles.	
	+	PE6	(00:15:34) (…) If they don't understand what a gene is, when I say a "gene" I mean: "Can they picture gene?", "Can they draw a gene?", "Can they conceive it?" If they don't get that fundamental: "the genes are found on DNA" then for me to introduce the biotech that they might be entertained.	
129. Os genes estão	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha	(00:02:20) One of the most important things

	localizados no cromossomo			contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: “Genetics and Inherited Traits”, trata-se de um dos parâmetros (standards) apresentado no Michigan Merit Curriculum. Diferente dos demais parâmetros mencionados pela entrevistada, ela não apresenta maiores explicações sobre o mesmo sobre o que esse abrangeria em sua opinião. Portanto, nesse caso específico, utilizou-se como referência o próprio documento e a abrangência apresentada por ele, em seu item B4.1).	that we want students to know is for “Genetic and Inherit Traits” as we want them to know and understand how they developed their own physical traits and why they have what they do have. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
130.	Os genes são unidades ligadas aos cromossomos	+	DE6	(00:04:05) But I see a lot of confusion between the differences between the genes and chromosomes for example and DNA, they’ve heard of DNA but they couldn’t distinguish why don’t we just say gene, why we say DNA, you know, the idea that there are long chromosomes lengths that the genes are just units and not all DNA is necessarily part of a gene. So, some appreciation there. (…)	(00:04:05) But I see a lot of confusion between the differences between the genes and chromosomes for example and DNA, they’ve heard of DNA but they couldn’t distinguish why don’t we just say gene, why we say DNA (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
131.	Relação entre gene/ cromossomo	+	DE6	(00:03:05) DE6: The first thing I wrote I’m calling it skill and this is skill in a spacious sense so I think that students should definitely come out of High School understanding the difference between DNA and genes versus chromosomes versus… nucleus versus cells and understand when we are talking molecules, when we are talking genes and DNA, when we are talking	(00:04:05) But I see a lot of confusion between the differences between the genes and chromosomes for example and DNA, they’ve heard of DNA but they couldn’t distinguish why don’t we just say gene, why we say DNA (…).So, some appreciation there. ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

			larger things (…)	
132. Do que é feito o gene	+	PE2	(00:01:23) (…)We teach Mendel, alleles, all that kind of basic independent sort of segregation, we are going on to a DNA level, a gene, what makes a gene, mutations, alterations, (…)	
133. Função do gene	+	DB2	(00:05:26) (...) o conceito de gene precisa estar muito claro também na cabeça dele... O que é o gene, aonde esta o gene, qual é a função do gene...para que que ele serve. Né? (...)	
134. Os genes carregam a informação genética que é passada de geração para geração	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: "Genetics and Inherited Traits", trata-se de um dos parâmetros (standards) apresentado no Michigan Merit Curriculum. Diferente dos demais parâmetros mencionados pela entrevistada, ela não apresenta maiores explicações sobre o mesmo sobre o que esse abrangeria em sua opinião. Portanto, nesse caso específico, utilizou-se como referência o próprio documento e a abrangência apresentada por ele, em seu item B4.1).	(00:02:20) One of the most important things that we want students to know is for "Genetic and Inherit Traits" as we want them to know and understand how they developed their own physical traits and why they have what they do have. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
135. O gene é uma molécula de DNA que codifica para a	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))

produção de proteínas				
	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: “Genetics and Inherited Traits”, trata-se de um dos parâmetros (standards) apresentado no Michigan Merit Curriculum. Diferente dos demais parâmetros mencionados pela entrevistada, ela não apresenta maiores explicações sobre o mesmo sobre o que esse abrangeria em sua opinião. Portanto, nesse caso específico, utilizou-se como referência o próprio documento e a abrangência apresentada por ele, em seu item B4.1).	(00:02:20) One of the most important things that we want students to know is for “Genetic and Inherit Traits” as we want them to know and understand how they developed their own physical traits and why they have what they do have. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
136. Alelos	+	DB1	(00:10:48) E: Na hora de selecionar os conteúdos, por que o senhor considerou esses básicos? Qual foi o critério utilizado para escolher esses como básicos? ((Conversas que não estão relacionadas ao foco da pesquisa)). (00:13:17) DB1: Eu acho esses importantes, porque são conceitos que vêm da Genética Clássica e que até hoje são muito bem estabelecidos nos fenômenos que se estuda, mais complexos, mas que no fundo estão embutidos ali. Então, eu acho que ainda são atuais, vamos dizer assim, né? Padrão de herança, primeira e segunda lei de Mendel, gene e alelo, essa é uma outra coisa interessante, quer dizer, você tem tanta informação e alguns conceitos você	(00:10:48) E: Na hora de selecionar os conteúdos, por que o senhor considerou esses básicos? Qual foi o critério utilizado para escolher esses como básicos? ((Conversas que não estão relacionadas ao foco da pesquisa)). (00:13:17) DB1: Eu acho esses importantes, porque são conceitos que vêm da Genética Clássica e que até hoje são muito bem estabelecidos nos fenômenos que se estuda, mais complexos, mas que no fundo estão embutidos ali. Então, eu acho que ainda são atuais, vamos dizer assim, né? Padrão de herança, primeira e segunda lei de Mendel, gene e alelo, essa é uma outra coisa interessante, quer dizer, você tem tanta informação e alguns conceitos você

			mesmo... Isso é comum em Ciências, você ter campos diferentes, né? Muitas vezes a pessoal se refere ao alelo como um gene, né, então às vezes não fica claro, no texto mesmo, que alelo são variações do gene, né? Então, esse tipo de coisa que às vezes vale a pena você... Sem dúvida, esse é o básico do básico. O objeto de estudo da Genética, é o gene.	mesmo... Isso é comum em Ciências, você ter campos diferentes, né? Muitas vezes a pessoal se refere ao alelo como um gene, né, então às vezes não fica claro, no texto mesmo, que alelo são variações do gene, né? Então, esse tipo de coisa que às vezes vale a pena você... Sem dúvida, esse é o básico do básico. O objeto de estudo da Genética, é o gene.
	+	DB3	(00:11:17) O que gene, o que é alelo obviamente, se você está falando de indivíduos diploides você tem que dar essa distinção do que é gene e do que são os alelos.	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE2	We teach Mendel, alleles, all that kind of basic independent sort of segregation, we are going on to a DNA level, a gene (…)	
	+	DE1	(00:00:37) DE1: I think there are basically four… you can insert Genetics as been four	

			different areas. You can insert it as been a molecular aspect which is how a DNA looks like how is DNA replicated, how you get gene expression, so you have transcription, translation, control of production proteins, how our mutation occur, what is a mutation, what are alleles, that kind of thing. (…)	
137. Alelos são variações do gene	+	DB1	(00:13:17) (...) gene e alelo, essa é uma outra coisa interessante, quer dizer, você tem tanta informação e alguns conceitos você mesmo... Isso é comum em Ciências, você ter campos diferentes, né? Muitas vezes a pessoa se refere ao alelo como um gene, né, então às vezes não fica claro, no texto mesmo, que alelo são variações do gene, né? (...)	
138. Um indivíduo diploide sempre tem no máximo dois alelos de cada gene, um de origem paterna, outro materna.	+	DB3	(00:11:17) (...) Um indivíduo diploide sempre vai ter no máximo dois alelos de cada gene. Ele vai obviamente entender, por que ele sabe de onde vem, um de origem paterna, outro materna, tudo isso é dado ênfase no curso. (...)	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).

139. Definição de genótipo	+	DB3	(00:04:45) (...) O que significava o básico nesse momento? Significava ele ter muito firme, muito claro para ele, o que é Genética, o que é hereditário, o que é genótipo, o que é fenótipo, né? (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né?	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	DE6	(00:10:50) And then the real big which is that they understand the difference between the genotype and the phenotype and I think they need to have these words I think there is no substitute, that's too simple.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
140. Definição de fenótipo	+	DB3	(00:04:45) (...) O que significava o básico nesse momento? Significava ele ter muito firme, muito claro para ele, o que é Genética, o que é hereditário, o que é genótipo, o que é fenótipo, né? (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né?	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) (...) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter

				uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	DE6	(00:10:50). And then the real big which is that they understand the difference between the genotype and the phenotype and I think they need to have these words I think there is no substitute, that's too simple.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de genética))
141. Diferenças entre fenótipo e genótipo	+	DE6	(00:10:50). And then the real big which is that they understand the difference between the genotype and the phenotype and I think they need to have these words I think there is no substitute, that's too simple.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de genética))
142. Interação entre genótipo ambiente gera o fenótipo	+	DB3	(00:06:22) (...) Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, o que é o genótipo, o que é o fenótipo, então nisso então você vai ter: nem tudo o que é genético é hereditário. Enfim, o que isso exatamente significa, ou seja, você tem uma interação entre o genótipo e o ambiente que vai dar um fenótipo tal. (...)	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem

				que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, o que é o genótipo, o que é o fenótipo, então nisso então você vai ter: nem tudo o que é genético é hereditário. Enfim, o que isso exatamente significa, ou seja, você tem uma interação entre o genótipo e o ambiente que vai dar um fenótipo tal. (...)
143. Efeitos do ambiente na expressão das características	+	DB6	(00:10:21) E: Então, na sua opinião também seria importante ensinar a herança multifatorial para eles no Ensino Médio? (00:10:22) DB6: É. E o efeito do ambiente.	00:10:21) E: Então, na sua opinião também seria importante ensinar a herança multifatorial para eles no Ensino Médio? (00:10:22) DB6: É. E o efeito do ambiente. Enfatizar o efeito do ambiente porque o risco de você ficar fazendo muitos problemas de Genética é o aluno sair com um conceito super determinista de Genética. Meu gene diz tudo. E não é verdade. (00:10:44) (...) O ambiente some depois da hereditariedade. Ele só volta à ( ) na herança multifatorial, você entendeu? Na herança multifatorial, herança poligênica. O ambiente fica um pouco obscurecido. Então, sai também o aluno com falso determinismo genético na cabecinha.
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	DE6	(00:10:50) (…) I don't know if they have follow and learn everything about Mendel's experiments, I think it's good if they can but I think it's more important if they appreciate, you know, there are simple relationships	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética)) (00:10:50) (…) I don't know if they have follow and learn everything about Mendel's experiments, I think it's good if they can but

			determining Mendelian traits and give a few examples and explain, in some cases the genotype is determined in a very simple way, and give examples, genetic diseases something they can relate to, I think that's good but I think it's even more important to backup and save but the problem is that the automatic relationship in most cases is very complex. […] (00:12:09) So, a few simple cases but then introduce the concept of polygenic effects and gene environmental interactions and stuff, maybe a few examples but the broader point is just to make it clear, as a matter of understanding. No one can look at your genome and predict exactly what you will be, they don't come away with that lesson. (…)	I think it's more important if they appreciate, you know, there are simple relationships determining Mendelian traits and give a few examples and explain, in some cases the genotype is determined in a very simple way, and give examples, genetic diseases something they can relate to, I think that's good but I think it's even more important to backup and save but the problem is that the automatic relationship in most cases is very complex. […] (00:12:09) So, a few simple cases but then introduce the concept of polygenic effects and gene environmental interactions and stuff, maybe a few examples but the broader point is just to make it clear, as a matter of understanding. No one can look at your genome and predict exactly what you will be, they don't come away with that lesson. (…)
144. Conceito de genoma	+	DB5	(00:09:20) Outros conceitos que estão por de trás de Genética do ponto de vista molecular, por exemplo, genoma, você vira e mexe ouve falar que o genoma de não sei que bicho foi sequenciado. Esses conceitos precisam ser muito bem trabalhados. Eu acho que tem que ser melhor trabalhados ou trabalhados com mais tempo na sala de aula para a pessoa não sair com nenhuma dúvida e até criticar o que ela escuta de um documentário ou lê em uma revista. (...)	(00:09:20) Outros conceitos que estão por de trás de Genética do ponto de vista molecular, por exemplo, genoma, você vira e mexe ouve falar que o genoma de não sei que bicho foi sequenciado. Esses conceitos precisam ser muito bem trabalhados. Eu acho que tem que ser melhor trabalhados ou trabalhados com mais tempo na sala de aula para a pessoa não sair com nenhuma dúvida e até criticar o que ela escuta de um documentário ou lê em uma revista. (...) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15.

				Como o conhecimento científico é gerado))
	+	DE6	(00:05:22) And that will also until some appreciation for what we mean by the word genome, (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
145. O genoma humano é a sua coleção de todas as sequências e todos os cromossomos	+	DE6	(00:05:22) And that will also until some appreciation for what we mean by the word genome, you know, human genome is the collection of all sequences and all the chromosomes.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

146. Padrões de herança	+	PB2	(00:07:32) (...) Então, esse é o principal motivo do curso de Genética que é o aluno elaborar hipóteses a partir de dados relacionados a padrões de herança (...).	(00:04:39) Mas a principal ideia, por exemplo, ele não precisa saber nenhum padrão de herança de nenhuma doença de nenhuma característica. Sempre numa avaliação ou numa prova eu vou dar dados para ele. E a ideia é que ele elabore uma hipótese e consiga até avaliar se essa hipótese é compatível ou não com esses dados. (00:23:11) (...) Então, como objetivo principal é que o aluno aprenda no curso de Genética a produzir modelos explicativos a partir de dados no caso de Genética sobre herança. Para que serve isso? Para nada. Só para ele estruturar uma forma de pensamento que é compatível com o pensamento da Ciência e que é útil para a vida dele, até para ele se defender do uso da informação científica. (...) ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: 86. Relação entre o comportamento dos cromossomos e os padrões de herança)). ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: 10. Filosofia da Ciência)).
	+	PB5	(00:31:56) (...) Acho que os conceitos clássicos de Genética Clássica são mínimos que o aluno tem que entender, por exemplo, padrão de herança monogênica, digênica, e você daí puxar o molecular e mostrar por exemplo, as interações.	

	+	DB1	(00:02:18) (...) Eu pensei em uns conceitos (...) (00:03:20) (...) Então, por exemplo, eu pensei: padrões de herança, primeira e segunda lei de Mendel. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: idem 97 Relação entre genes e segregação cromossômica na meiose))
	+	DB3	(00:08:52) (...) Então, o que a gente explicita para ele como são essas regras da transmissão da característica ao longo das gerações ou seja, a segregação e a segregação independente, né? (...)	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).

	+	DB4	(00:09:14) (...) eu acho que a grade curricular tem sim que estar centrada nessa questão da aplicação e com a conexão direta com a vida diária que implica em alimento, medicação e tratamento de doença e naturalmente tudo isso precedido de uma base que aproxime, que retome, que religue, conteúdos de divisão celular aprofundando para Genética Molecular. E aí sim, trabalhar obviamente, digamos, os itens de sempre, como padrões de herança, base cromossômica de herança, mapeamento, recombinação, mas que isso especialmente não se transforme nessa coisa de ficar fazendo probleminha e heredrograma, né?	(00:10:40) (...)É isso mesmo. A base cromossômica da herança ela só pode ser estudada depois que você conhece os padrões de herança. Você tem que passar daí para os padrões mendelianos, mas isso tem que seguir adiante, né? (...)
	+	DE5	(00:03:11) (…) And then looking at the broader inheritance patterns across generations and… the main ones that I think that they should have at least an introduction to, would be autosomal dominance, autosomal recessiveness, X-linked, and then the idea of co-dominance. (…)	(00:03:11) (…) And then looking at the broader inheritance patterns across generations and… the main ones that I think that they should have at least an introduction to, would be autosomal dominance, autosomal recessiveness, X-linked, and then the idea of co-dominance. (00:04:12) Those are things that we can track, traits we see every day, and I guess have relevance, it gives some relevance to them. (…) (00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)

147. Primeira e segunda lei de Mendel (herança monogênica e digênica, segregação independente)	+	PB1	(00:03:00) (...) quando eu entro na primeira Lei de Mendel, na segunda Lei de Mendel eu acho isso importante (...).	(00:04:50) PB1: Por que é uma parte do cruzamento, tem que ensinar o cruzamento. Então, eles têm que saber as características deles, porque, então, eu acho que isso é importante.
	+	PB2	(00:20:22) (...) Eu tentei enxugar, falar assim: "Qual é o essencial disso tudo que eu ensino". E aí é a mesma coisa: elaborar hipóteses a partir de dados sobre padrão de herança e relacionar comportamentos dos cromossomos a isso. Só que aí invés de mostrar todos os padrões de herança que eu tenho, que eu conheço, eu vou lá e priorizo alguns. (00:22:03) Então, herança monogênica, segregação independente, não vou falar de genes ligados.	(00:22:03) (...)"Ah! Mas qual é a relevância disso para o cidadão? Nenhuma. Eu não acredito em um curso de Biologia utilitário. (...) (00:23:11) (...) Então, como objetivo principal é que o aluno aprenda no curso de Genética a produzir modelos explicativos a partir de dados no caso de Genética sobre herança. Para que serve isso? Para nada. Só para ele estruturar uma forma de pensamento que é compatível com o pensamento da Ciência e que é útil para a vida dele, até para ele se defender do uso da informação científica. (...) ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: 86. Relação entre o comportamento dos cromossomos e os padrões de herança)). ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: 10. Filosofia da Ciência)).
	+	PB3	Gravação de áudio não autorizada	Importante para eles entenderem como as características são herdadas.
	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)". (00:02:44) PB4: Aí sim: leis de Mendel,	"(00:00:17) PB4 Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem

			primeira e segunda lei de Mendel, isso aí é o principal. Quem foi Mendel. O conhecimento básico para o aluno entender o que é a Genética, o que é a hereditariedade.	que aprender o conteúdo todo (...)".(00:09:24) (00:02:44) PB4: Aí sim: leis de Mendel, primeira e segunda lei de Mendel, isso aí é o principal. Quem foi Mendel. O conhecimento básico para o aluno entender o que é a Genética, o que é a hereditariedade. (00:09:24) ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
	+	PB5	(00:31:56) (...) Acho que os conceitos clássicos de Genética Clássica são mínimos que o aluno tem que entender, por exemplo, padrão de herança monogênica, digênica, e você daí puxar o molecular e mostrar por exemplo, as interações.	
	+	PB6	(00:15:10) E: Então, o senhor me falou alguns conteúdos que o senhor acha importante, desde o aluno saber que o DNA está dentro de uma célula, como que funciona, que todas as células do organismo tem a mesma bagagem genética, que em diferentes partes do corpo os genes vão se expressar de modo diferente, que existe a passagem de geração para geração, como funciona essa passagem, e aí eu acho que inclui um pouco de Mendel, não? (00:15:44) PB6: Sim, inclusive probabilidade também inclui muito, né?	((Idem JUSTIFICATIVA GERAL:63. Localização do material genético dentro da célula)).
	+	DB1	(00:02:18) (...) Eu pensei em uns conceitos	((JUSTIFICATIVA GERAL: idem 97

			(...) (00:03:20) (...) Então, por exemplo, eu pensei: padrões de herança, primeira e segunda lei de Mendel. (...)	Relação entre genes e segregação cromossômica na meiose))
	+	DB2	(01:10) Bom eu acho que o básico, o básico, o basicão de tudo é...ãh...na parte da Genética Clássica são as leis de Mendel.	(00:08:14) (...) Então, quando eu digo, vamos voltar ao exemplo dos transgênicos, eu vou dar uma tecnologia nova que é a da construção do transgênico, propriamente dito, agora eu tenho que entender o que é essa construção, como é que eu faço essa construção, como é que eu pego um gene de um local e passo para o outro. (00:09:28) E, depois, eu tenho que entender as consequências disto. Para eu entender as consequências disto, por exemplo, eu transmiti um fator de resistência para uma determinada planta, essa planta vai se dividir, vai se reproduzir na natureza, então ela vai então ser portadora desse novo fator que ela recebeu e precisa entender como isso pode ocorrer, para isso ele precisa saber as leis de Mendel (...).
	+	DB3	(00:08:52) (...) Mendel descreveu as leis mendelianas, nós é que chamamos de leis mendelianas, no caso ele nem sabia que ia se transformar em lei, mas, enfim, em 1850 e pouco e no entanto elas são válidas até hoje, né?, por mais incrível que pareça. Então, o que a gente explicita para ele como são essas regras da transmissão da característica ao longo das gerações. Ou seja, a segregação e a segregação independente, né? (...)	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então,

				para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
	+	DB4	(00:10:40) (...)É isso mesmo. A base cromossômica da herança ela só pode ser estudada depois que você conhece os padrões de herança. Você tem que passar daí para os padrões mendelianos, mas isso tem que seguir adiante, né? (...)	
	+	DB6	(00:00:45) Da Genética acho que a Genética Clássica, mendelismo, a primeira lei, segunda lei de Mendel são fundamentais (...)	(00:00:45) DB6: Na minha opinião o Ensino Médio devia enfatizar o que da Biologia é de conhecimento geral e acaba passando por todas as áreas da Biologia, ou seja, aquilo que se aplica desde as plantas, aos organismos superiores aquilo que eu considero mais abrangente. (...) Da Genética acho que a Genética Clássica, mendelismo, a primeira lei, segunda lei de Mendel são fundamentais (...) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 240 Código genético))
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE2	We teach Mendel, alleles, all that kind of basic independent sort of segregation, we are going on to a DNA level, a gene (…)	
	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como	(00:02:20) One of the most important things that we want students to know is for

			básicos onde se lê: “Genetics and Inherited Traits”, trata-se de um dos parâmetros (standards) apresentado no Michigan Merit Curriculum. Diferente dos demais parâmetros mencionados pela entrevistada, ela não apresenta maiores explicações sobre o mesmo sobre o que esse abrangeria em sua opinião. Portanto, nesse caso específico, utilizou-se como referência o próprio documento e a abrangência apresentada por ele, em seu item B4.1).	“Genetic and Inherit Traits” as we want them to know and understand how they developed their own physical traits and why they have what they do have. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
	+	PE5	(00:01:07) PE5: Just kind of things that we teach, we just actually get done with that so we teach… basically we get started with Mendel and the ideas of dominance and recessiveness just basic ideas (…).	
	+	PE6	(00:09:10) PE6: It’s important because it helps them grasp the concept of why they look, the way they look, why they behave the way they behave; “Why do you look like your mother?”; Why do you look like your father?”; “Why don’t you look like another organism?”. Ok? When your appearance came together you did not come up looking like a plant and there’s a reason for that. And so teaching them that the laws of Genetics, that when two organisms come together they can only produce their kind, they don’t produce something other than. So I think that’s really an important piece that needs to be taught to high school students.	(00:09:10) PE6: It’s important because it helps them grasp the concept of why they look, the way they look, why they behave the way they behave; “Why do you look like your mother?”; Why do you look like your father?”; “Why don’t you look like another organism?”. Ok? When your appearance came together you did not come up looking like a plant and there’s a reason for that. And so teaching them that the laws of Genetics, that when two organisms come together they can only produce their kind, they don’t produce something other than. So I think that’s really an important piece that needs to be taught to high school students.

	+	DE2	(00:01:37) I guess that's what I'm trying to say; sort of Mendelian Genetics versus "modern-day" Genetics. (00:03:07) I think they have to understand both but it seems like there is a focus on Mendelian's side of things and the loss of other pieces that are just as critical.	
	+	DE4	(00:00:34) (…) But I suppose that basically it would be nice if people had some idea of Mendelian Genetics and a very simple knowledge that genetic information… (00:01:35) it is fundamentally information and its physical manifestation is in the DNA molecule. (…) (00:06:05) DE4 Ok, as far as Genetics as well, I guess I would reiterate what I've said, and I would hope that students in High School could outline probably using something like punnett squares, relatively simple crosses so that they understood the homozigosity, heterozigosity, and the (00:06:33) traits where the factors are co-dominant, they could say something about the gamete frequencies from different kinds of individuals, and they could say something about the expected frequencies of genotypes among offspring as well as the phenotypic ratios. I think … I guess to continue in the theme Mendelian Genetics, I would hope that they would understand the concept of linkage and that there is independent sort of	(00:19:04) (…) But, you know, Genetics is the transmission of information as we understand in the architecture of the DNA molecule, is the fundamental life process. So even when we are not going to be in anyway educated about Biology I think he needs to understand fundamentals of Genetics as we understand DNA replication, (00:21:06) transcription, translation and then how the "genetic trail" is parceled out from parent to offspring, and the basic Mendelian Genetics.

			traits on different chromosomes but link traits do not sort independently. (…)	
	+	DE5	(00:08:21) E: So, you also said about recessive, dominant, do you think that Mendel's laws must be taught? (00:08:42) DE5: I think Mendel's laws are…Yes, I think they should be taught within the context of meiosis as a theoretical explanation for those laws.	
	-	DE6	(00:39:58) But the bigger point I think, I think Mendel is misleading because if you're looking for Mendelian inheritance for traits, you don't really see it enough and it tends to reinforce a deterministic view of the genotype and phenotype relationship because when it's Mendelian it is deterministic. Well most of the things that matters to us as individual humans, it doesn't work that way. (00:40:57) (…)DNA, RNA, protein, you know, if they simply have that basic understanding and I'm not (advocating) teaching (in core detail), but just what's a gene for? A typical gene is there to encode information for making the protein, how do genes work? They work through proteins. And if they come away with that, I think that's more important than knowing well whenever a pea plant is gonna have sex, whenever a flower… you know… (00:42:01) segregate, a law of segregation, I mean, that's simple, but working them	(00:39:58) But the bigger point I think, I think Mendel is misleading because if you're looking for Mendelian inheritance for traits, you don't really see it enough and it tends to reinforce a deterministic view of the genotype and phenotype relationship because when it's Mendelian it is deterministic. Well most of the things that matters to us as individual humans, it doesn't work that way. (00:40:57) (…)DNA, RNA, protein, you know, if they simply have that basic understanding and I'm not (advocating) teaching (in core detail), but just what's a gene for? A typical gene is there to encode information for making the protein, how do genes work? They work through proteins. And if they come away with that, I think that's more important than knowing well whenever a pea plant is gonna have sex, whenever a flower… you know… (00:42:01) segregate, a law of segregation, I mean, that's simple, but working them

			through a million Punnett squares if they actually don't bring it up to, also, I think in a way it's more important to get the simple points of Molecular Biology cross, because modern Genetics isn't Mendel, I mean, it includes Mendel and obviously you have to use the kind of tools that Mendel started developing to be a geneticist and analyze things you need to rely on variations, study the inheritance and how that affects the phenotype but the Mendelian situation is for an ordinary citizen, I think, I think it's probably over the size. I really do	through a million Punnett squares if they actually don't bring it up to, also, I think in a way it's more important to get the simple points of Molecular Biology cross, because modern Genetics isn't Mendel, I mean, it includes Mendel and obviously you have to use the kind of tools that Mendel started developing to be a geneticist and analyze things you need to rely on variations, study the inheritance and how that affects the phenotype but the Mendelian situation is for an ordinary citizen, I think, I think it's probably over the size. I really do.
148. O que é a proporção 3:1	+	DB3	(00:11:17) (...) Eh, então a gente ensina, disseca muito bem o que é essa proporção 3:1, porque que é 3:1, porque que é 9:3:3:1, tá? (...)	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
149. Porque a proporção é 3:1	+	DB3	(00:11:17) (...) Eh, então a gente ensina, disseca muito bem o que é essa proporção 3:1, porque que é 3:1, porque que é 9:3:3:1,	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias

			tá? (...)	informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
150. Porque a proporção é 9:3:3:1	+	DB3	(00:11:17) (...) Eh, então a gente ensina, disseca muito bem o que é essa proporção 3:1, porque que é 3:1, porque que é 9:3:3:1, tá? (...)	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
151. Exercícios e Problemas envolvendo as leis de Mendel	+	PB3	((Gravação em áudio não autorizada))	((Importante para eles entenderem como as características são herdadas)).
152. Participar de situações	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação	((Idem item 2. Definição de informação

	que envolvam a descrição e aplicação das leis de Mendel			genética))	genética))
153.	Heterozigose	+	DE4	DE4 (00:06:05) (…) I would hope that students in High School could (…) understood the homozigosity, heterozigosity, and the (00:06:33) traits where the factors are co-dominant (…)	
154.	Heterozigoto	+	PB2	(00:35:05) (...) Então, eu não consigo dar um curso de Genética, sem falar...eu...sem falar homozigoto, heterozigoto (...).	(00:35:05) (...) Então, eu não consigo dar um curso de Genética, sem falar...eu...sem falar homozigoto, heterozigoto. Você vai falar assim: "Mas isso é importante para o cidadão comum?". (00:36:17) Nenhum pouco, mas para o vocabulário especifico de Genética que é o que eu estou me aprofundando com eles para desenvolver essa estrutura de pensamento eu preciso dessas palavras. Agora um cidadão comum, precisa saber a diferença entre um hetero e um homozigoto? Não. ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: 86. Relação entre o comportamento dos cromossomos e os padrões de herança)). ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: 10. Filosofia da Ciência)).
		+	DB1	(00:13:17) (...) O objeto de estudo da Genética, é o gene. Então, tem que saber que tem gene, tem os alelos, heterozigoto, homozigoto, dominante, recessivo. (...)	(00:13:17) Eu acho esses importantes, porque são conceitos que vêm da Genética Clássica e que até hoje são muito bem estabelecidos nos fenômenos que se estuda, mais complexos, mas que no fundo estão embutidos ali.

	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
155. Monoíbrido	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
156. Diíbrido	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
157. Homozigose	+	DE4	DE4 (00:06:05) (…) I would hope that students in High School could (…) understood the homozigosity, heterozigosity, and the (00:06:33) traits where the factors are co-dominant (…)	
158. Homozigoto	+	PB2	(00:35:05) (...) Então, eu não consigo dar um curso de Genética, sem falar...eu...sem falar homozigoto, heterozigoto (...).	(00:35:05) (...) Então, eu não consigo dar um curso de Genética, sem falar...eu...sem falar homozigoto, heterozigoto. Você vai falar assim: "Mas isso é importante para o cidadão comum?". (00:36:17) Nenhum pouco, mas para o vocabulário especifico de Genética que é o que eu estou me aprofundando com eles para desenvolver essa estrutura de pensamento eu preciso dessas palavras. Agora um cidadão comum, precisa saber a diferença entre um hetero e um homozigoto? Não. ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: 86. Relação entre o comportamento dos cromossomos e os padrões de herança)). ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: 10. Filosofia da Ciência)).
	+	DB1	(00:13:17) (...) O objeto de estudo da Genética, é o gene. Então, tem que saber que tem gene, tem os alelos, heterozigoto,	(00:13:17) Eu acho esses importantes, porque são conceitos que vêm da Genética Clássica e que até hoje são muito bem

			homozigoto, dominante, recessivo. (...)	estabelecidos nos fenômenos que se estuda, mais complexos, mas que no fundo estão embutidos ali.
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
159. Dominância	+	DB1	(00:26:33) Primeira e segunda lei de Mendel é uma coisa que não tem como não falar, dominância, autossômico dominante, autossômico recessivo, ligado ao sexo. (...)	(00:13:17) Eu acho esses importantes, porque são conceitos que vêm da Genética Clássica e que até hoje são muito bem estabelecidos nos fenômenos que se estuda, mais complexos, mas que no fundo estão embutidos ali.
	+	PE5	(00:01:07) PE5: Just kind of things that we teach, we just actually get done with that so we teach… basically we get started with Mendel and the ideas of dominance and recessiveness just basic ideas (…).	
	+	DE4	(00:07:33) (…) I guess the concept of dominance and recessiveness and some traits are dominant… we have dominant/recessiveness relationship, but for other traits we have, the heterozygote is intermediate between the two homozygous genotypes. (00:08:40) That would be something that I would certainly cover. (…)	
	+	DE5	(00:03:11) (…)And then looking at the broader inheritance patterns across generations and… the main ones that I think that they should have at least an introduction to, would be autosomal dominance, autosomal recessiveness, X-linked, and then the idea of co-dominance. (…)	(00:03:11) (…) And then looking at the broader inheritance patterns across generations and… the main ones that I think that they should have at least an introduction to, would be autosomal dominance, autosomal recessiveness, X-linked, and then the idea of co-dominance. (00:04:12) Those

				are things that we can track, traits we see every day, and I guess have relevance, it gives some relevance to them. (…) (00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
160. Dominante	+	DB1	(00:13:17) (...) O objeto de estudo da Genética, é o gene. Então, tem que saber que tem gene, tem os alelos, heterozigoto, homozigoto, dominante, recessivo. (...)	(00:13:17) Eu acho esses importantes, porque são conceitos que vêm da Genética Clássica e que até hoje são muito bem estabelecidos nos fenômenos que se estuda, mais complexos, mas que no fundo estão embutidos ali.
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
161. Características dominantes	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: "Genetics and Inherited Traits", trata-se de um dos parâmetros (standards) apresentado no Michigan Merit Curriculum. Diferente dos demais parâmetros mencionados pela entrevistada, ela não apresenta maiores explicações sobre o mesmo sobre o que esse abrangeria em sua opinião. Portanto, nesse caso específico, utilizou-se como referência o próprio documento e a abrangência apresentada por	(00:02:20) One of the most important things that we want students to know is for "Genetic and Inherit Traits" as we want them to know and understand how they developed their own physical traits and why they have what they do have. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))

			ele, em seu item B4.1).	
	+	DE4	(00:07:33) (…) I guess the concept of dominance and recessiveness and some traits are dominant… we have dominant/recessiveness relationship, but for other traits we have, the heterozygote is intermediate between the two homozygous genotypes. (00:08:40) That would be something that I would certainly cover. (…)	
162. Autossomo dominante	+	DB1	(00:26:33) Primeira e segunda lei de Mendel é uma coisa que não tem como não falar, dominância, autossômico dominante, autossômico recessivo, ligado ao sexo. (...)	(00:13:17) Eu acho esses importantes, porque são conceitos que vêm da Genética Clássica e que até hoje são muito bem estabelecidos nos fenômenos que se estuda, mais complexos, mas que no fundo estão embutidos ali.
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
163. Recessividade	+	PE5	(00:01:07) PE5: Just kind of things that we teach, we just actually get done with that so we teach… basically we get started with Mendel and the ideas of dominance and recessiveness just basic ideas (…).	
	+	DE4	(00:07:33) (…) I guess the concept of dominance and recessiveness and some traits are dominant… we have dominant/recessiveness relationship, but for other traits we have, the heterozygote is intermediate between the two homozygous genotypes. (00:08:40) That would be something that I would certainly cover. (…)	
	+	DE5	(00:03:11) (…) And then looking at the	(00:03:11) (…) And then looking at the

			broader inheritance patterns across generations and… the main ones that I think that they should have at least an introduction to, would be autosomal dominance, autosomal recessiveness, X-linked, and then the idea of co-dominance. (00:04:12) (…)	broader inheritance patterns across generations and… the main ones that I think that they should have at least an introduction to, would be autosomal dominance, autosomal recessiveness, X-linked, and then the idea of co-dominance. (00:04:12) Those are things that we can track, traits we see every day, and I guess have relevance, it gives some relevance to them. (…) (00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
164. Recessivo	+	DB1	(00:13:17) (...) O objeto de estudo da Genética, é o gene. Então, tem que saber que tem gene, tem os alelos, heterozigoto, homozigoto, dominante, recessivo. (...)	(00:13:17) Eu acho esses importantes, porque são conceitos que vêm da Genética Clássica e que até hoje são muito bem estabelecidos nos fenômenos que se estuda, mais complexos, mas que no fundo estão embutidos ali.
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
165. Características recessivas	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: “Genetics and Inherited Traits”, trata-se de um dos parâmetros (standards) apresentado no Michigan Merit Curriculum. Diferente dos demais	(00:02:20) One of the most important things that we want students to know is for “Genetic and Inherit Traits” as we want them to know and understand how they developed their own physical traits and why they have what they do have. (…)

			parâmetros mencionados pela entrevistada, ela não apresenta maiores explicações sobre o mesmo sobre o que esse abrangeria em sua opinião. Portanto, nesse caso específico, utilizou-se como referência o próprio documento e a abrangência apresentada por ele, em seu item B4.1).	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
166. Autossomo recessivo	+	DB1	(00:26:33) Primeira e segunda lei de Mendel é uma coisa que não tem como não falar, dominância, autossômico dominante, autossômico recessivo, ligado ao sexo. (...)	(00:13:17) Eu acho esses importantes, porque são conceitos que vêm da Genética Clássica e que até hoje são muito bem estabelecidos nos fenômenos que se estuda, mais complexos, mas que no fundo estão embutidos ali.
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
167. Dominância incompleta	+	PE5	(00:01:07) PE5: Just kind of things that we teach, we just actually get done with that so we teach… basically we get started with Mendel and the ideas of dominance and recessiveness just basic ideas (…). (00:01:07) (…) And then we talk about the differences between the three types because we have co-dominance, simple-dominance and incomplete dominance.	
168. Dominante incompleto	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
169. Para certas características o heterozigoto possui um fenótipo intermediário	+	DE4	(00:07:33) (…) we have dominant/recessiveness relationship, but for other traits we have, the heterozygote is intermediate between the two homozygous genotypes. (00:08:40) That would be	

			something that I would certainly cover. (…)	
170. Codominância	+	PE5	(00:01:07) PE5: Just kind of things that we teach, we just actually get done with that so we teach… basically we get started with Mendel and the ideas of dominance and recessiveness just basic ideas (…). (00:01:07) (…) And then we talk about the differences between the three types because we have co-dominance, simple-dominance and incomplete dominance.	
	+	DE5	(00:03:11) (…)And then looking at the broader inheritance patterns across generations and… the main ones that I think that they should have at least an introduction to, would be autosomal dominance, autosomal recessiveness, X-linked, and then the idea of co-dominance. (…)	(00:03:11) (…) And then looking at the broader inheritance patterns across generations and… the main ones that I think that they should have at least an introduction to, would be autosomal dominance, autosomal recessiveness, X-linked, and then the idea of co-dominance. (00:04:12) Those are things that we can track, traits we see every day, and I guess have relevance, it gives some relevance to them. (…)
171. Codominante	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
172. Características codominantes	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: “Genetics and Inherited Traits”, trata-se de um dos parâmetros (standards) apresentado no Michigan Merit Curriculum. Diferente dos demais parâmetros mencionados pela entrevistada,	(00:02:20) One of the most important things that we want students to know is for “Genetic and Inherit Traits” as we want them to know and understand how they developed their own physical traits and why they have what they do have. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL:

			ela não apresenta maiores explicações sobre o mesmo sobre o que esse abrangeria em sua opinião. Portanto, nesse caso específico, utilizou-se como referência o próprio documento e a abrangência apresentada por ele, em seu item B4.1).	Idem item 85 Divisão celular))
173. Fatores codominantes	+	DE4	DE4 (00:06:05) (…) I would hope that students in High School could (…) understood the homozigosity, heterozigosity, and the traits where the factors are co-dominant (…)	
174. Diferenças entre dominância completa, dominante, recessivo, dominância incompleta, codominância, alelos múltiplos e herança poligênica	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
175. Diferenças entre dominante, recessivo, dominância incompleta e herança poligênica	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
176. Diferença entre características dominante, recessiva, codominância, poligênica e ligada ao cromossomo X	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: "Genetics and Inherited Traits", trata-se de um dos parâmetros (standards) apresentado no Michigan Merit Curriculum. Diferente dos demais parâmetros mencionados pela entrevistada, ela não apresenta maiores explicações sobre	(00:02:20) One of the most important things that we want students to know is for "Genetic and Inherit Traits" as we want them to know and understand how they developed their own physical traits and why they have what they do have. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))

			o mesmo sobre o que esse abrangeria em sua opinião. Portanto, nesse caso específico, utilizou-se como referência o próprio documento e a abrangência apresentada por ele, em seu item B4.1).	
177. Diferenças entre dominância completa , dominância incompleta e codominância	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE5	(00:01:07) PE5: Just kind of things that we teach, we just actually get done with that so we teach… basically we get started with Mendel and the ideas of dominance and recessiveness just basic ideas (…). (00:01:07) (…) And then we talk about the differences between the three types because we have co-dominance, simple-dominance and incomplete dominance.	
178. Alelos múltiplos	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
179. Interação gênica	+	PB6	(00:09:37) (...) Então, eu acho que tem uma parte ótima da Genética que é a interação de genes. Aquilo é muito bonito. Mesmo os exercícios são bastante criativos, ele consegue entender a maneira, a trabalhar com os genes, passar para cá, interpretar os dados, ele consegue tudo isso. Eu acho que isso é importante, um aluno que sai do Ensino Médio saber essas coisas, mesmo que ele vá fazer engenharia, mesmo que ele vá fazer jornalismo, por que não? claro.	((Idem JUSTIFICATIVA GERAL:63. Localização do material genético dentro da célula)).

			Entende?	
	+	DB1	(00:06:12) DB1: Outros conceitos: recombinação, *crossing over*, interação gênica e mutação. Eu acho que isso são alguns dos conceitos que eu acho que... mutação no sentido que é o processo que gera novos alelos. Então, eu acho que seria o fundamental para Genética e Genética Molecular.	((JUSTIFICATIVA GERAL: idem 97 Relação entre genes e segregação cromossômica na meiose))
180. Um ou mais genes pode determinar uma característica de um indivíduo	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: "Genetics and Inherited Traits", trata-se de um dos parâmetros (standards) apresentado no Michigan Merit Curriculum. Diferente dos demais parâmetros mencionados pela entrevistada, ela não apresenta maiores explicações sobre o mesmo sobre o que esse abrangeria em sua opinião. Portanto, nesse caso específico, utilizou-se como referência o próprio documento e a abrangência apresentada por ele, em seu item B4.1).	(00:02:20) One of the most important things that we want students to know is for "Genetic and Inherit Traits" as we want them to know and understand how they developed their own physical traits and why they have what they do have. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
181. Muitas características dependem da interação de vários genes para se expressar	+	DE1	(00:02:09) (…) I would not say that it is not an important subject but more that the students should have at least a conceptual understanding that many traits in a population are controlled by many different genes and that it is the way that these genes interact to for the trait to appear. (…)	
182. Interação gênica é um caso especial de	+	DB3	(00:11:17) (...) Então, eu acho que é essa a coisa que a gente considera importante, né?	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele

9:3:3:1			Eh, então a gente ensina, disseca muito bem o que é essa proporção 3:1, porque que é 3:1, porque que é 9:3:3:1, tá? E o que acontece se houver interação, são casos especiais de novo de 9:3:3:1 (...).	seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
183. Epistasia	-	PB2	(00:06:31) (...) Bom qualquer coisa. Eu posso dar aula de qualquer coisa. Se eles me dão 20 aulas em um bimestre, eu posso inclusive chegar a discutir epistasia. Se não, se me dão 15 aulas eu deixo epistasia de lado, (...)	(00:06:31) (...) Eu posso dar aula de qualquer coisa. Se eles me dão 20 aulas em um bimestre, eu posso inclusive chegar a discutir epistasia. Se não, se me dão 15 aulas eu deixo epistasia de lado, mas ele vai conseguir analisar isso e falar: “Nossa tem alguma coisa errada aqui, que eu não consigo explicar esses dados”. E aí ele vai precisar de pouca coisa para explicar isso.
	+	PB5	(00:31:56) (...) Então, mostrar por exemplo aqueles conceitos de epistasia, não sei o que, aquela decore/ porque aquilo é uma decoreba! Para mim sempre foi. Isso para mim não é fixação de conceito de Genética nenhuma. Assim como não é ficar fazendo o cara preparar quinhentos mil exercícios de Matemática para dizer se... entendeu? Para mim isso não é fixar o conceito clássico de	

			Genética, não é! Agora, tem que ter? Tem. Eu dou, dou. Eu cobro? Eu cobro. (...).	
	-	DB1	(00:04:02) (...) Algumas coisas eu posso te dizer que não deveriam ter, por exemplo, eu acho que epistasia é um conceito que eu acho que não deveria (...)	(00:04:02) (...) Algumas coisas eu posso te dizer que não deveriam ter, por exemplo, eu acho que epistasia é um conceito que eu acho que não deveria (...) A epistasia foi um conceito gerado pela Genética, quando a Bioquímica não estava tão relacionada, né? Então, Muitas vezes a epistasia... Você fala: Ah! Aquele gene está... Um alelo está inibindo o outro gene, e às vezes não tem nada a ver, né? É o caso do Albinismo, né? Você fala tem epistasia, dá a entender que um gene está inibindo o outro, mas eles estão na mesma via da biossíntese da melanina. (00:05:05) Então, é um conceito que ainda tem em livros e tudo, mas eu acho que já que você tem que cortar alguma coisa, (...)
184. Genética quantitativa	+	DE1	(00:02:09) (…) And you can have the study of Quantitative Genetics which is basically how to multiple genes interact to control traits in a population. (…)	
	+	DE6	(00:12:09) So, a few simple cases but then introduce the concept of polygenic effects and gene environmental interactions and stuff, maybe a few examples but the broader point is just to make it clear, as a matter of understanding. No one can look at your genome and predict exactly what you will be, they don’t come away with that lesson. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

185. Herança poligênica	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
186. Características poligênicas	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: "Genetics and Inherited Traits", trata-se de um dos parâmetros (standards) apresentado no Michigan Merit Curriculum. Diferente dos demais parâmetros mencionados pela entrevistada, ela não apresenta maiores explicações sobre o mesmo sobre o que esse abrangeria em sua opinião. Portanto, nesse caso específico, utilizou-se como referência o próprio documento e a abrangência apresentada por ele, em seu item B4.1).	(00:02:20) One of the most important things that we want students to know is for "Genetic and Inherit Traits" as we want them to know and understand how they developed their own physical traits and why they have what they do have. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
187. Herança multifatorial	+	DB6	(00:10:21) E: Então, na sua opinião também seria importante ensinar a herança multifatorial para eles no Ensino Médio? (00:10:22) DB6: É. E o efeito do ambiente.	(00:08:15) (...) Então, eu acho que precisa, eu vejo os professores e dá a impressão que eles abandonam herança poligênica no fim do curso porque é difícil, então dá a primeira lei, segunda lei, mapeamento, e deixa a poligênica que é chato para o fim. Mas de fato a herança poligênica e multifatorial é o que explica a maior parte dos fenômenos que a gente está vendo. Então, os problemas de saúde pública mais importantes, diabetes, hipertensão, que os alunos veem em casa não se encaixam na herança mendeliana e os professores não ensinam o poligênico e o multifatorial. (...)

				00:10:21) E: Então, na sua opinião também seria importante ensinar a herança multifatorial para eles no Ensino Médio? (00:10:22) DB6: É. E o efeito do ambiente. (...) (00:27:44)DB6: Isso. Então, um aluno do Ensino Médio que o professor explicou que a obesidade, a hipertensão e a doença de Alzheimer são doenças muito fatoriais e como elas são determinadas ele vai ler o artigo do doutor Beltrano, ele vai se posicionar, entendeu? (...) E aí não vai ser só um achismo. "Eu achei que a coluna do doutor Fulano está mais bem escrita", entendeu? E cadê Ciência que está atrás disso? ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 240 Código genético))
188. Um único gene pode influenciar mais de uma característica	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: "Genetics and Inherited Traits", trata-se de um dos parâmetros (standards) apresentado no Michigan Merit Curriculum. Diferente dos demais parâmetros mencionados pela entrevistada, ela não apresenta maiores explicações sobre o mesmo sobre o que esse abrangeria em sua opinião. Portanto, nesse caso específico, utilizou-se como referência o próprio documento e a abrangência apresentada por ele, em seu item B4.1).	(00:02:20) One of the most important things that we want students to know is for "Genetic and Inherit Traits" as we want them to know and understand how they developed their own physical traits and why they have what they do have. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))

189. Herança ligada ao sexo	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) “(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)”.	“(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)”. ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
	+	PB6	(00:09:23) (...) Eles precisam saber que existem características ligadas ao sexo. Certo? Então, eu acho que essas coisas são bem básicas para alunos do Ensino Médio.	((Idem JUSTIFICATIVA GERAL:63. Localização do material genético dentro da célula)).
	+	DB1	(00:26:33) Primeira e segunda lei de Mendel é uma coisa que não tem como não falar, dominância, autossômico dominante, autossômico recessivo, ligado ao sexo. (...)	(00:13:17) Eu acho esses importantes, porque são conceitos que vêm da Genética Clássica e que até hoje são muito bem estabelecidos nos fenômenos que se estuda, mais complexos, mas que no fundo estão embutidos ali.
	+	DE5	(00:03:11) (…)And then looking at the broader inheritance patterns across generations and… the main ones that I think that they should have at least an introduction to, would be autosomal dominance, autosomal recessiveness, X-linked, and then the idea of co-dominance. (…)	(00:03:11) (…) And then looking at the broader inheritance patterns across generations and… the main ones that I think that they should have at least an introduction to, would be autosomal dominance, autosomal recessiveness, X-linked, and then the idea of co-dominance. (00:04:12) Those are things that we can track, traits we see every day, and I guess have relevance, it gives some relevance to them. (…)

190.	Características ligadas ao cromossomo X	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: “Genetics and Inherited Traits”, trata-se de um dos parâmetros (standards) apresentado no Michigan Merit Curriculum. Diferente dos demais parâmetros mencionados pela entrevistada, ela não apresenta maiores explicações sobre o mesmo sobre o que esse abrangeria em sua opinião. Portanto, nesse caso específico, utilizou-se como referência o próprio documento e a abrangência apresentada por ele, em seu item B4.1).	(00:02:20) One of the most important things that we want students to know is for “Genetic and Inherit Traits” as we want them to know and understand how they developed their own physical traits and why they have what they do have. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
191.	Ligação ao Cromossomo X	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
192.	Ligação ao Cromossomo X recessiva	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
193.	Determinação do sexo	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) “(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)”.	“(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)”. ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
194.	Probabilidade de nascer uma criança do sexo feminino ou	+	PB1	(00:10:15) E: (...) teria mais alguma coisa que você julgaria que é importante? (00:10:40) PB1: Eu sempre comento com	

	masculino 195. Quem dá esta probabilidade, geralmente é o pai por ele ser X e Y, , a mãe é geralmente X e X.			eles, quando está na parte dos cromossomos, eu falo para eles a probabilidade de nascer do sexo masculino e do sexo feminino, quem dá esta probabilidade, geralmente é o pai por ele ser X e Y, a mãe é geralmente X e X. (...)	
196.	Herança dos grupos sanguíneos	-	PB3	((Gravação em áudio não autorizada)) ((Mencionou positivamente "grupos sanguíneos" como conteúdo básico e posteriormente falou que não seria prioritário))	
		+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)". (00:03:02) E: Para mim seria importante delinear este conteúdo básico que básico que o senhor falou. Seria leis de Mendel, quem foi Mendel... (00:03:09) PB4: Isso, é... o que mais? É.... os grupos sanguíneos que a gente passa, (...)	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)". ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
		+	PB6	(00:15:10) E: Então, o senhor me falou alguns conteúdos que o senhor acha importante, desde o aluno saber que o DNA está dentro de uma célula, como que funciona, que todas as células do organismo tem a mesma bagagem genética, que em diferentes partes do corpo os genes vão se expressar de modo diferente, que existe a passagem de geração para geração, como	((Idem JUSTIFICATIVA GERAL:63. Localização do material genético dentro da célula)).

			funciona essa passagem, e aí eu acho que inclui um pouco de Mendel, não? (00:15:44) PB6: Sim, inclusive probabilidade também inclui muito, né? (00:15:49) E: Mutações, produção de características... (00:15:52) PB6: Grupos sanguíneos.	
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
197. Transfusões sanguíneas e incompatibilidades	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)". ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
198. Quadrado de Punnett	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE5	(00:02:10) (…) and after that we can go to different types that we have and we definitely learn the Punnett squares and then we even take a step further as far as going from those Punnett squares and figuring out ratios of what are the chances of finding somebody in America who is type A marrying someone who is type B and having a kid who might be type O. (…)	
	-	DE6	(00:46:57) (…) But, high school students, I	

			don’t think they have to really understand meiosis, I don’t think they really have to understand even really Punnett square. (…) Well, ok, you can just give some examples… (…) (00:47:53) And in the end I think it’s more important for them to realize, whatever my chances are this all comes down to molecules and that’s again from a philosophical point of view important that they can appreciate that what you see has always some microscopic molecules that play out (…)	
199.	Participação em situações que envolvam o uso do Quadrado de Punnett para realizar cruzamentos e calcular proporções genotipicas e fenotipicas	+	DE4	DE4 (00:06:05) Ok, as far as Genetics as well, I guess I would reiterate what I’ve said, and I would hope that students in High School could outline probably using something like punnett squares, relatively simple crosses so that they understood the homozigosity, heterozigosity, and the (00:06:33) traits where the factors are co-dominant, gamete frequencies from different kinds of individuals, and they could say something about the expected frequencies of genotypes among offspring as well as the phenotypic ratios.	
200.	Participação em situações que envolvam o uso do Quadrado de Punnett para determinar o genótipo e o fenótipo	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))

de um monohibrido				
	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: “Genetics and Inherited Traits”, trata-se de um dos parâmetros (standards) apresentado no Michigan Merit Curriculum. Diferente dos demais parâmetros mencionados pela entrevistada, ela não apresenta maiores explicações sobre o mesmo sobre o que esse abrangeria em sua opinião. Portanto, nesse caso específico, utilizou-se como referência o próprio documento e a abrangência apresentada por ele, em seu item B4.1).	(00:02:20) One of the most important things that we want students to know is for “Genetic and Inherit Traits” as we want them to know and understand how they developed their own physical traits and why they have what they do have. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
201. Participação em situações que envolvam o uso do Quadrado de Punnett determinar a probabilidade de ocorrer um fenótipo específico no cruzamento de indivíduos com dois fenótipos diferenciados	+	PE5	(00:02:10) (…) and after that we can go to different types that we have and we definitely learn the Punnett squares and then we even take a step further as far as going from those Punnett squares and figuring out ratios of what are the chances of finding somebody in America who is type A marrying someone who is type B and having a kid who might be type O. (…)	
202. Probabilidade	+	PB6	(00:15:10) E: Então, o senhor me falou alguns conteúdos que o senhor acha importante, desde o aluno saber que o DNA está dentro de uma célula, como que funciona, que todas as células do organismo tem a mesma bagagem genética, que em	((Idem JUSTIFICATIVA GERAL:63. Localização do material genético dentro da célula)).

			diferentes partes do corpo os genes vão se expressar de modo diferente, que existe a passagem de geração para geração, como funciona essa passagem, e aí eu acho que inclui um pouco de Mendel, não? (00:15:44) PB6: Sim, inclusive probabilidade também inclui muito, né?	
203. Participação de situações onde seja capaz de determinar o genótipo e o fenótipo do pai baseado no genótipo da mãe e do filho	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
204. Participar de situações onde seja capaz de calcular probabilidade de fenótipos e genótipos específicos	+	PB2	(00:07:32) (...) Aí uma coisa que eu coloquei também como importante para o curso é que ele conseguisse calcular probabilidade de fenótipos e genótipos específicos (...).	((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: 86. Relação entre o comportamento dos cromossomos e os padrões de herança)).
	+	PE4	(00:02:59) (...) One thing I think that I need to try to bring into biology class better is how the heredity works more so like when they go to the doctor and they say “Oh, well you showed that you have a trait for some genetic disorder or some disease that can be passed on through genes.” I think I need to have them understand that aspect better so they know the risks of having kids and they can be prepared as to what problems might occur and what are the probabilities, so they	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem ao item 85. Divisão celular)) (00:02:59) (...) One thing I think that I need to try to bring into biology class better is how the heredity works more so like when they go to the doctor and they say “Oh, well you showed that you have a trait for some genetic disorder or some disease that can be passed on through genes.” I think I need to have them understand that aspect better so they know the risks of having kids and they

			understand and they know the questions they would need to ask.	can be prepared as to what problems might occur and what are the probabilities, so they understand and they know the questions they would need to ask.
	+	DE1	(00:04:19) (…) For Transmission Genetics particularly just how physically you inherit DNA, the physical process and calculating the probability of obtaining a particular gene or piece of DNA from a parent is very important, very simple, it does not change. (…)	(00:04:19) (…)For Transmission Genetics particularly just how physically you inherit DNA, obtaining a particular gene or piece of DNA from a parent is very important, very simple, it does not change. Why is it important? It is important from the aspect of understanding, particularly for people that have genetic disease or syndrome in their family, probabilities of passing for their children or having inherited from their mother or father. (…)
205. Participação em situações que envolvam o cálculo de probabilidades em casos envolvendo dominância, dominância incompleta e codominância.	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
206. Heredograma	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
207. Conceito de portador	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
208. Participação em situações que envolvam a leitura e avaliação de um	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))

	heredograma para verificar se uma característica é autossômica dominante, autossômica recessiva ou ligada ao cromossomo X.				
209.	Participação em situações que envolvam a identificação do genótipos de indivíduos a partir de um heredograma, sabendo-se o tipo de herança de uma característica.	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
210.	Ligação gênica	-	PB2	(00:20:22) Só que aí invés de mostrar todos os padrões de herança que eu tenho, que eu conheço, eu vou lá e priorizo alguns. (00:22:03) Então,: herança monogênica, segregação independente, não vou falar de genes ligados.	
		+	DB1	(00:02:18) (...) Eu pensei em uns conceitos (...) (00:03:20) (...) Ligação gênica e mapeamento. (...)	
		+	DE4	(00:06:33) (…) I think … I guess to continue in the theme Mendelian Genetics, I would hope that they would understand the concept of linkage and that there is independent sort	

			of traits on different chromosomes but link traits do not sort independently.(…)	
211. Há características que não segregam independentemente	+	DE4	(00:06:33) (…) I think … I guess to continue in the theme Mendelian Genetics, I would hope that they would understand the concept of linkage and that there is independent sort of traits on different chromosomes but link traits do not sort independently.(…)	
212. Mapeamento dos genes	+	DB1	(00:02:18) (...) Eu pensei em uns conceitos (...) (00:03:20) (...) Ligação gênica e mapeamento. (...)	
	+	DB4	(00:09:14) (...) eu acho que a grade curricular tem sim que estar centrada nessa questão da aplicação e com a conexão direta com a vida diária que implica em alimento, medicação e tratamento de doença e naturalmente tudo isso precedido de uma base que aproxime, que retome, que religue, conteúdos de divisão celular aprofundando para Genética Molecular. E aí sim, trabalhar obviamente, digamos, os itens de sempre, como padrões de herança, base cromossômica de herança, mapeamento, recombinação, mas que isso especialmente não se transforme nessa coisa de ficar fazendo probleminha e heredrograma, né? (...)	
	-	DE4	(00:06:05) (…) I think it might be a bit abstract to ask them to do chromosome mapping (00:07:33) to look at recombination rates between ( ) and use that to map out	(00:06:05) (…) I think it might be a bit abstract to ask them to do chromosome mapping (00:07:33) to look at recombination rates between ( ) and use that to map out

			positions on chromosomes. I think that's relatively sophisticated probably to expect from high school students. (…)	positions on chromosomes. I think that's relatively sophisticated probably to expect from high school students. (…)
213. Genética Molecular	+	PB1	(00:03:00) (...) Para o dia-a-dia, a questão do DNA, eu acho muito importante, a parte molecular também.	(00:03:00) (...) Para o dia-a-dia a, questão do DNA, eu acho muito importante, a parte molecular também. (...) (00:05:46) Nas revistas veem muito esta questão do DNA, do porque estão aparecendo novas doenças, o que estão fazendo de pesquisa em relação à doença, se a herança se puxa de uma família que já tem. (...)
	+	PB4	(00:03:02) E: Para mim seria importante delinear este conteúdo básico que básico que o senhor falou. Seria leis de Mendel, quem foi Mendel... (00:03:09) PB4: Isso, é... o que mais? É.... os grupos sanguíneos que a gente passa, tem a parte que é a Genética mais molecular, são os DNAs, depois a gente vai entrando no DNA. (...)	(00:09:24) ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
	+	PB6	((Citação indireta realizada antes da intervenção da entrevistadora)) (00:19:58) E: (...), então eu fiquei na dúvida: no caso de..., como o senhor citou as mutações eu acho que incluiria, no caso incluiria aqui também a Genética Molecular, a Biologia Molecular? (00:00:20) PB6: Sim. DNA, o RNA. (...)	(00:19:58) E: : (...), então eu fiquei na dúvida: no caso de..., como o senhor citou as mutações eu acho que incluiria, no caso incluiria aqui também a Genética Molecular, a Biologia Molecular? (00:00:20) PB6: Sim. DNA, o RNA. (...) Porque, por exemplo, eles ouvem falar muito em AIDS, HIV. Bem, você fala em AIDS e em HIV, você tem que falar que o HIV é um RNA vírus e ele usa a transcriptase reversa do RNA para produzir o DNA na célula

				hospedeira. Então, ele tem a ideia do que é DNA, o que é um RNA.
	+	DB1	(00:22:10) Genética básica que eu estou colocando, seria Biomol também, né? (...)	(00:26:33) (…) Eu acho que o ideal é você conseguir fazer a ida e a volta mostrando que o DNA é o material genético, então que o DNA de um alelo é muito parecido com o DNA do outro, mas tem algumas modificações, então, apesar de Mendel não ter visto isso, você pode puxar para Biomol, porque às vezes o cara não vê, né? Porque no fundo, em termos moleculares, qual a diferença entre dois alelos, são pequenas substituições de bases que podem fazer a semente verde e amarela que é o... (…) (00:27:50) (...) Então, se você ficar pulando da Genética para Biomol, e não ficam duas áreas estanques, que parece que são duas áreas..., que vai ficando com compartimentos na cabeça de...
	+	DB2	Complementação por *e-mail*: Resposta ao seu comentário 1: Aqui se inclui a Genética Molecular? A resposta é SIM. Pois, para compreender o material hereditário é necessário que saiba a estrutura da moléculas de DNA e suas propriedades fundamentais, ou seja, (a) a duplicação na qual a molécula antiga serve de molde para a síntese de uma nova, a (b) a transcrição, ou seja, a cópia das informações codificadas na molécula de DNA e	

			o envio da mensagem para o citoplasma (o processo de tradução pode ser dado em continuação).	
	-	DB3	(00:14:26) E: E questões moleculares, a senhora acha que são secundárias para o Ensino Médio, ou isso também é prioridade? Por exemplo, entender qual é a estrutura do DNA, como que funciona o código genético, essas coisas. (00:14:44) DB3: Pois é, eu acho assim, na verdade eu considero que da maneira como está sendo dado no curso do Ensino Médio, esses conceitos todos, era melhor que não desse. (...)	(00:14:26) E: E questões moleculares, a senhora acha que são secundárias para o Ensino Médio, ou isso também é prioridade? Por exemplo, entender qual é a estrutura do DNA, como que funciona o código genético, essas coisas. (00:14:44) DB3: Pois é, eu acho assim, na verdade eu considero que da maneira como está sendo dado no curso do Ensino Médio, esses conceitos todos, era melhor que não desse. Porque ele está sendo dado sem o conceito correto, então acaba soltando um monte de palavras, como se fosse um glossário na cabeça de um indivíduo, isso não faz muito sentido, né? Então, ah, por exemplo, DNA, bom, será que algum dia na vida alguém falou que aquele DNA é o próprio gene? Nós estamos falando de Genética, estamos falando de gene e não estamos falando de DNA. Então, ele chega aqui achando que DNA é DNA, gene é gene. Não. Gene é aquele DNA. Então, é preferível que não desse... (…).(00:16:00) Então, uma coisa está numa gavetinha e outra coisa está em outra gavetinha. Então, eu acho assim, por isso que eu falo para você, é preferível que não falasse sobre isso porque pelo menos não vinha com esse viés

				de conceito, né? (…)
	+	DB4	(06:20:00) (...) eu entendo que, primeiro, tem que se dar um foco maior em Citogenética e Genética Molecular (...)	
	+	PE5	(00:07:35) E: And, do you enter in Molecular Biology when you are explaining about it? (00:07:48) PE5: Yes, we do a little bit of that. Not a whole lot, what do you mean with Biomolecular? Like DNA and RNA and going a step farther? (00:08:01) E: And do you teach transcription, (00:08:09) PE5: Transcription, translation, protein syntheses, yes, yeah. You got it, that is a defenite. (00:08:15) E: And do you think it is essential for high school students or isn't it essential for them? (00:08:26) PE5: I would say it is one of the most important things we teach, that's one thing that I would never skip is definitely protein syntheses, DNA, RNA, you know, specially the ethics part too because if you look through all of Biology what's the thing that's stepping out right now is that, that's the stuff that's becoming more and more important and I think that specially now more, so even ten years ago this is becoming more important.	
	+	DE1	(00:00:37) DE1: I think there are basically	

			four… you can insert Genetics as been four different areas. You can insert it as been a molecular aspect which is how a DNA looks like, how is DNA replicated, how you get gene expression, so you have transcription, translation, control of production proteins, how our mutation occur, what is a mutation, what are alleles, that kind of thing. (…)	
	+	DE2	(00:01:37) Mendel was what? 16th century or something like that, to now, we do know about, it has gotten back to High School a lot more focus on the DNA side of things as opposed to phenotype and genotype and heredity, I guess that's what I'm trying to say; sort of Mendelian Genetics versus "modern-day" Genetics. (00:03:07) I think they have to understand both but it seems like there is a focus on Mendelian's side of things and the loss of other pieces that are just as critical.	(00:08:42) E: I asked you about Biotechnology, and… because Biotechnology and Molecular Biology are polemic in my interviews. Some professors, some teachers think that it's important to teach, some don't. And it's because of this that I would like to know your opinion. (00:09:21) DE2: I think it's critical myself. Not just because of what I wanna teach or what I want them to learn but because that's how we talk about everything anymore in the world. We are talking about the newest drug, we are talking about, and what does it do? It affects a certain protein in your body that does something. So even when you talk to your doctor you have to have a general concept of what a gene and a protein is, how they function, what that really means to you to understand what your doctor is talking about.I mean otherwise, for just teaching them sort of Mendelian, sort of the old school way of teaching, were not getting them prepared, even if you were not a

				biologist, just to exist in the world, that's how technology talks about stuff, how business talks about stuff, that's how most of the medical system talks about stuff. It's based on a gene, in a cell and all of that.
	+	DE3	(00:02:34) E: and Molecular Biology also? (00:02:41) DE3: Molecular Biology is an integral part of everything that I told you. Molecular Biology is a integral part of a cloning, Molecular Biology is a integral part of the trangenic animals, and integral part of everything that I am telling you.	((Idem 337 células-tronco)) (00:03:05) […] But in Biology there are only two basic discoveries. Everything else is revolving around it. The first important discovery in Biology of Biomedical Science is evolution and the second one is the structure of the DNA. (00:03:51) Everything else is secondary, those are the two primary discoveries. So once you understand those primary discoveries it probably will be easier for you to look into the secondary discoveries. So, Molecular is not something sitting itself in some place alone, it is really an integral part of Modern Biology.
	+	DE5	(00:04:12) (…) And then I think it's important for them to have an idea of what can go wrong. You know, and now goes back to understanding what the genetic material is, what is DNA, what it's made of, and how does it hold information. That goes back to the concept of the central dogma tracking that information and then when something goes wrong, saying in DNA replication or in a transcription, or translation what's the consequence of that. (00:05:07) And for genetics you take it all	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding.

			back to the DNA level. Ok, something happens in the DNA replication and depending on what type of cell that happens, and in the reproduction of their gametes, then that becomes an inherited mutation which now is gonna be passed on at that particular DNA gets used in the reproduction. So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding.	
	+	DE6	(00:36:56) (…) But the simple facts of Molecular Biology I actually think are more important now right at the high school level for a variety of reasons, and more important really than Mendel.	(00:43:49) (…) I think that if you stop there, if you stop your treatment of Genetics with sort of just Classical Genetics and skip Molecular Genetics and Molecular Biology you just kind of confuse the kids because all they are gonna hear in the media is DNA, that's the way I see it, I mean, all is DNA, we live in this DNA century in the world now and everything they learn about Biotechnology isn't about laws and segregations, it's about manipulating DNA (…)
214. RNA	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) PB4 Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem

				que aprender o conteúdo todo (...)”.(00:09:24)
	+	PB6	(00:19:58) E: : (...), então eu fiquei na dúvida: no caso de..., como o senhor citou as mutações eu acho que incluiria, no caso incluiria aqui também a Genética Molecular, a Biologia Molecular? (00:00:20) PB6: Sim. DNA, o RNA. (...)	(00:20:00) PB6: Sim. DNA, o RNA. Porque, por exemplo, eles ouvem falar muito em AIDS, HIV. Bem, você fala em AIDS e em HIV, você tem que falar que o HIV é um RNA vírus e ele usa a transcriptase reversa do RNA para produzir o DNA na célula hospedeira. Então, ele tem a ideia do que é DNA, o que é um RNA.
	+	PE3	(00:06:30) (…) we get into a little bit with transcription, translation and protein and RNA they are so just kind of what… (00:07:24) I know exposing it to them is the first part because if they wanna continue down path they will repeat the exposure and that is really gonna help them store into memory (…).	
	+	PE5	(00:08:26) PE5: I would say it is one of the most important things we teach, that’s one thing that I would never skip is definitely protein syntheses, DNA, RNA, (…)	
215. DNA	+	PB1	(00:03:00) PB1: Do Ensino Médio quando você fala da importância vêm muito, assim o DNA, a parte do DNA é importante ensinar (...).	(00:03:00) (...) Para o dia-a-dia, a questão do DNA, eu acho muito importante, a parte molecular também. (...) (00:04:06) A questão do DNA, primeiro eu gosto de falar porque assim primeiro eles são pais e mães muito cedo ((risos)) então eu acho importante você estar falando, e pelo fato também das doenças que estão aparecendo, por que estão

				aparecendo as doenças, então eu acho importante ensinar DNA por causa disso. (...) (00:05:46) Nas revistas vem muito esta questão do DNA, do porque estão aparecendo novas doenças, o que estão fazendo de pesquisa em relação à doença, se a herança se puxa de uma família que já tem. (...) (00:06:35) Realmente eles são pais muito cedo e aí falam assim: “o filho não é meu”. Eu falo que hoje não há como não saber que não é seu filho. Eu falo para eles que hoje não tem como você dizer que não é o seu filho. Nem que seja pelo fio de cabelo você vai provar que o filho é seu. Eu entro na sala e eles perguntam assim: “professora como que prova que a senhora é loira?” Eu falo, aqui não, aqui é adquirido. A gente brinca. Mas a questão do DNA, eu acho que é importante eles saberem que uma consequência deles o DNA vai provar. Tanto que eles brincam que antes tinha o programa do Ratinho que fazia DNA. Agora eu falo: “Agora não tem mais Ratinho não, você vai ter que gastar o seu dinheiro”. A questão do DNA eu acho importante por causa disso. Você termina trazendo uma coisa do dia-a-dia deles, porque não adianta você estar só em cima dos livros e você não falar do dia-a-dia deles. Você tem que voltar a aula para o dia-a-dia deles, o que eles estão vendo, porque eles estão vendo isso, como é

				importante ele estar vendo.
	+	PB3	((Gravação em áudio não autorizada))	((Importante para que o aluno entenda o que está vendo na mídia. Ex: teste de DNA)).
	+	PB4	(00:03:02) E: Para mim seria importante delinear este conteúdo básico que básico que o senhor falou. Seria leis de Mendel, quem foi Mendel... (00:03:09) PB4: Isso, é... o que mais? É.... os grupos sanguíneos que a gente passa, tem a parte que é a genética mais molecular, são os DNAs, depois a gente vai entrando no DNA. (...)	(00:09:24) ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
	+	PB6	(00:19:58) E: : (...), então eu fiquei na dúvida: no caso de..., como o senhor citou as mutações eu acho que incluiria, no caso incluiria aqui também a Genética Molecular, a Biologia Molecular? (00:00:20) PB6: Sim. DNA, o RNA. (...)	(00:19:58) (...): (...), então eu fiquei na dúvida: no caso de..., como o senhor citou as mutações eu acho que incluiria, no caso incluiria aqui também a Genética Molecular, a Biologia Molecular? (00:20:00) PB6: Sim. DNA, o RNA. Porque, por exemplo, eles ouvem falar muito em AIDS, HIV. Bem, você fala em AIDS e em HIV, você tem que falar que o HIV é um RNA vírus e ele usa a transcriptase reversa do RNA para produzir o DNA na célula hospedeira. Então, ele tem a ideia do que é DNA, o que é um RNA. ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL:63. Localização do material genético dentro da célula)).
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE2	(00:04:12) PE2: The main thing is to know	

			the structure of the DNA and on an DNA what really makes up a gene, and how genes are expressed to make up living things. What is the DNA?	
	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: “DNA”))	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
	+	PE5	(00:08:26) PE5: I would say it is one of the most important things we teach, that’s one thing that I would never skip is definitely protein syntheses, DNA, RNA, (…)	
	+	PE6	[…] (00:01:41) Then from them we can talk about DNA and we can go into the exchange of DNA from the sperm itself to the egg, we can look at what causes certain genetic diseases, some students don’t understand why some people might have certain genetic disabilities and from that approach showing them that it wasn’t their fault it’s just because of the orientation of our genes. I think that would be those things also really important things that students need to know about	[…] (00:01:41) Then from them we can talk about DNA and we can go into the exchange of DNA from the sperm itself to the egg, we can look at what causes certain genetic diseases, some students don’t understand why some people might have certain genetic disabilities and from that approach showing them that it wasn’t their fault it’s just because of the orientation of our genes. I think that would be those things also really important things that students need to know about
	+	DE2	(00:01:37) Mendel was what? 16th century or something like that, to now, we do know about, it has gotten back to High School a lot more focus on the DNA side of things as opposed to phenotype and genotype and heredity, I guess that’s what I’m trying to say; sort of Mendelian Genetics versus “modern-day” Genetics. (00:03:07) I think	

			they have to understand both but it seems like there is a focus on Mendelian's side of things and the loss of other pieces that are just as critical.	
	+	DE5	(00:04:12) (…) And then I think it's important for them to have an idea of what can go wrong. You know, and now goes back to understanding what the genetic material is, what is DNA, what it's made of, and how does it hold information. (…)	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
	+	DE6	(00:24:10) I think what's more important at this stage, there is a few key terms you can't escape, gene, chromosomes, DNA, nucleus, you know, and certainly having at least a minimal vocabulary is important (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
216. Estrutura do DNA	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)". (00:09:24) ((JUSTIFICATIVA GERAL: 5.Características hereditárias congênitas e adquiridas))
	+	PB5	(00:04:48) (...) Conceito de natureza e constituição do material genético eu acho fundamental. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
	+	DB2	Complementação por *e-mail*: Pois, para compreender o material hereditário é necessário que saiba a estrutura	

			da moléculas de DNA e suas propriedades fundamentais (...)	
	+	DB5	(00:06:15) Muito bem, no momento em que os alunos descobrem como é que o DNA foi descoberto como material genético... Então, tem toda a parte da estrutura do material genético que é dada no colégio, (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE2	(00:04:12) PE2: The main thing is to know the structure of the DNA and on an DNA what really makes up a gene, and how genes are expressed to make up living things.	
	+	PE3	(00:02:20) PE3: So the topics that are the most important are "Genetics and Inherit Traits", the basic understanding of DNA structure and functions, (…).	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
	+	DE1	(00:00:37) DE1: I think there are basically four… you can insert Genetics as been four different areas. You can insert it as been a molecular aspect which is how a DNA looks like how is DNA replicated, how you get gene expression, so you have transcription, translation, control of production proteins, how our mutation occur, what is a mutation, what are alleles, that kind of thing. (…)	
	+	DE3	(00:04:28) E: Is there more specific content that you see as important for students to know? (00:04:36) DE3: No, because I think they should learn about the Evolution, basic	00:03:05) DE3: I find Biology much different from Physics Sciences; it is different from Chemistry, Physics, Mathematics, because there are too many basic discoveries in those areas, you know.

			Theory of Evolution, basic structure of DNA, and some of the implications in Modern Biology of that structure of the DNA.	But in Biology there are only two basic discoveries. Everything else is revolving around it. The first important discovery in Biology of Biomedical Science is evolution and the second one is the structure of the DNA. (00:03:51) Everything else is secondary, those are the two primary discoveries. So once you understand those primary discoveries it probably will be easier for you to look into the secondary discoveries
	+	DE4	(00:08:40) That would be something that I would certainly cover. And then some coverage of the structure of DNA would be important and how DNA is organized in the chromosomes and then some of what we know about, and beyond that, transcription and translation.	
	+	DE6	(00:04:05) (…) The next thing I wrote was that they should have an appreciation for DNA structure, not as a Chemist would, I don't think we should make them memorize this is A when they see a chemical diagram; I don't think in High School, unless they've had chemistry maybe. I think it's silly to make them memorize that. But certainly, I appreciate that it is a linear molecules (in essence), that there are four units and you see gene (sheaves) that are building blocks and (00:05:12) therefore why do we talk about sequence because all you need to	(00:05:22) (…) I think that matters most because then when we talk about how things get copied in a simple way, replication, they can understand, it is very simple in a essence, ok?, you know, one part make the other, ok? (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

			really know, to appreciate it is A C G T and what the order of the letters is.	
217. O DNA é uma molécula linear	+	DE6	(00:04:05) (…) The next thing I wrote was that they should have an appreciation for DNA structure, (…) certainly, I appreciate that it is a linear molecule (in essence), (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
218. O DNA é uma molécula tridimencional	+	PB5	(00:04:48) (...) Sinto uma dificuldade muito grande na questão de transposição de letras para moléculas tridimensional. Então, a gente tenta trabalhar um pouco com eles esse aspecto. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
219. Composição do DNA	+	DE5	(00:00:46) DE5: (…) And so within that take it down you know smaller than cell, the basic unit of life and within that you need to understand what that genetic material is; what actually gets passed from one generation to another and I see students struggling very much with the molecular bases of life. (00:02:15) Understanding what the DNA is made of; what it does; how it holds information…so those are things I think that are important to teach in high school level.	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
220. O DNA possui duas fitas	+	DE6	(00:04:05) (…) The next thing I wrote was that they should have an appreciation for DNA structure, (…) And then finally, without a thorough chemical discussion, that there are two strands, why there are two strands, they are complementary in their base pairs … (…) 00:16:55) (…) I call the scale, smaller,	(00:05:22) (…) I think that matters most because then when we talk about how things get copied in a simple way, replication, they can understand, it is very simple in a essence, ok?, you know, one part make the other, ok? (…) (((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

			bigger, DNA, gene, chromosome, nuclear cell, of course it should go beyond, what DNA is made of, it's simple four units, (later) two strands, simples rules for how they match other complementary, (00:17:53) understanding the key processes, how you copy information, how you express information at a DNA level, understand more broadly the meaning, because genes are there to specify proteins, because proteins (in terms) are really the agents of the cell dynamics, and that is what gives rise to properties of the cell and phenotypes, know that you can change the DNA through mutation, those changes (get a mean of anything that) affect the expression or structure of proteins and therefore the broader thing (…).	
221. Por que o DNA possui duas fitas	+	DE6	(00:04:05) (…) The next thing I wrote was that they should have an appreciation for DNA structure (…) And then finally, without a thorough chemical discussion, that there are two strands, why there are two strands, they are complementary in their base pairs … (…)	(00:05:22) (…) I think that matters most because then when we talk about how things get copied in a simple way, replication, they can understand, it is very simple in a essence, ok?, you know, one part make the other, ok? (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
222. O DNA possui pares de bases complementares AT e GC	+	DE6	(00:04:05) (…)The next thing I wrote was that they should have an appreciation for DNA structure (…) And then finally, without a thorough chemical discussion, that	(00:05:22) (…) I think that matters most because then when we talk about how things get copied in a simple way, replication, they can understand, it is very simple in a

			there are two strands, why there are two strands, they are complementary in their base pairs … They should understand, I guess memorize, AT GC, they have an appreciation for that. (…)	essence, ok?, you know, one part make the other, ok? (…) (((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
223. O DNA é formado por quatro unidades	+	DE6	(00:04:05) (…)The next thing I wrote was that they should have an appreciation for DNA structure (…) certainly, I appreciate that it is a linear molecule (in essence), that there are four units (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
224. O DNA é formado por quatro bases	+	DE1	(00:05:50) So the molecular side, again it should be probably more in depth and probably should understand something involving the structure of a DNA maybe not be able to physically draw a DNA allele but understand that it is made up of four basis, mutation occur by a variety of mechanism, how mutations occur because they will face that in their lifetimes trying to evaluate certain chemicals that people are trying to sell you or a company is trying to put into the environment, damages in DNA, probably understand what that really means and what mutations can link to cancer, other diseases and so that is basically trying to understand what they may face in their lives as they go along. (…)	
225. O DNA é possui A C G T	+	DE6	(00:04:05) (…)The next thing I wrote was that they should have an appreciation for DNA structure (…) certainly, I appreciate	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

			that it is a linear molecule (in essence), that there are four units and you see gene (sheaves) that are building blocks and therefore why do we talk about sequence because all you need to really know, to appreciate it is A C G T and what the order of the letters is. (…)	
226. Participar de situações onde seja capaz de reconhecer a representação química dos componentes do DNA (por exemplo, uma base nitrogenada).	-	DE6	(00:04:05) (…) I don't think we should make them memorize this is A when they see a chemical diagram; I don't think in high school, unless they've had chemistry maybe. (...)	
227. Função do DNA	+	PB6	(00:19:44) E: Eu percebi que esses conteúdos que o senhor selecionou, eles estão mais ligados ao que é o DNA, a natureza dele, como ele se expressa... (00:19:57) PB6: Para que ele serve...	
	+	DB5	(00:06:15) Muito bem, no momento em que os alunos descobrem como é que o DNA foi descoberto como material genético... Então, tem toda a parte da estrutura do material genético que é dada no colégio, não só a estrutura, mas também a função: a parte do código genético, como é que a informação contida no DNA vai para o citoplasma para a construção das proteínas...(...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE3	(00:02:20) PE3: So the topics that are the	((JUSTIFICATIVA GERAL:

			most important are “Genetics and Inherit Traits”, the basic understanding of DNA structure and functions, (…).	Idem item 85 Divisão celular))
	+	DE5	(00:00:46) DE5: (…) And so within that take it down you know smaller than cell, the basic unit of life and within that you need to understand what that genetic material is; what actually gets passed from one generation to another and I see students struggling very much with the molecular bases of life. (00:02:15) Understanding what the DNA is made of; what it does; how it holds information…so those are things I think that are important to teach in high school level.	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
228. DNA é o material genético	+	PB5	(00:03:06) (...) Então, os conceitos clássicos para mim são fundamentais, mas num contexto histórico, não como a Genética é isso. A Genética vem sendo feita numa progressão de abordagem. (...) quer dizer você trabalha em cima da constituição do material genético, como se fez a associação entre núcleo/herança, herança/ material genético, material genético/DNA, essa trança, né... aí pegando pela questão histórica.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
	+	DB1	(00:26:33) Eu acho que o ideal é você conseguir fazer a ida e a volta mostrando que o DNA é o material genético (...)	(00:26:33) (…) Eu acho que o ideal é você conseguir fazer a ida e a volta mostrando que o DNA é o material genético, então que o DNA de um alelo é muito parecido com o DNA do outro, mas tem algumas

				modificações, então, apesar de Mendel não ter visto isso, você pode puxar para Biomol, porque às vezes o cara não vê, né? (...) (00:27:50) (...) Então, se você ficar pulando da Genética para Biomol, e não ficam duas áreas estanques, que parece que são duas áreas..., que vai ficando com compartimentos na cabeça de...
229. O que é o material genético	+	DE5	(00:00:46) DE5: (…) And so within that take it down you know smaller than cell, the basic unit of life and within that you need to understand what that genetic material is; what actually gets passed from one generation to another and I see students struggling very much with the molecular bases of life. (00:02:15) Understanding what the DNA is made of; what it does; how it holds information…so those are things I think that are important to teach in high school level.	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
230. O DNA possui informações			(Conteúdo inclusivo – Ver tabela X)	
231. A informação genética se manifesta fisicamente no DNA	+	DE4	(00:00:34) I suppose that basically it would be nice if people had some idea of Mendelian Genetics and a very simple knowledge that genetic information… (00:01:35) it is fundamentally information and its physical manifestation is in the DNA molecule (…).	
232. O DNA possui informação sobre as	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))

	características dos organismos				
233.	Como o DNA armazena as informações	+	DE5	(00:00:46) DE5: (…) And so within that take it down you know smaller than cell, the basic unit of life and within that you need to understand what that genetic material is; what actually gets passed from one generation to another and I see students struggling very much with the molecular bases of life. (00:02:15) Understanding what the DNA is made of; what it does; how it holds information…so those are things I think that are important to teach in high school level.	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
234.	Relação entre DNA e gene	+	DE6	(00:03:05) DE6: The first thing I wrote I'm calling it skill and this is skill in a spacious sense so I think that students should definitely come out of High School understanding the difference between DNA and genes versus chromosomes versus… nucleus versus cells and understand when we are talking molecules, when we are talking genes and DNA, when we are talking larger things (…)	(00:04:05) But I see a lot of confusion between the differences between the genes and chromosomes for example and DNA, they've heard of DNA but they couldn't distinguish why don't we just say gene, why we say DNA (…).So, some appreciation there. ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
235.	DNA é o gene	+	DB1	(00:22:10) (...) Eu acho que tem que saber que o DNA é o gene (...).	
236.	Nem todo DNA é necessariamente parte de um gene	+	DE6	(00:04:05) But I see a lot of confusion between the differences between the genes and chromosomes for example and DNA, they've heard of DNA but they couldn't distinguish why don't we just say gene, why	(00:04:05) But I see a lot of confusion between the differences between the genes and chromosomes for example and DNA, they've heard of DNA but they couldn't distinguish why don't we just say gene, why

			we say DNA, you know, the idea that there are long chromosomes lengths that the genes are just units and not all DNA is necessarily part of a gene. So, some appreciation there. (…)	we say DNA (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
237. O DNA de um alelo é muito parecido com o DNA do outro	+	DB1	(00:26:33) (…) Eu acho que o ideal é você conseguir fazer a ida e a volta mostrando que o DNA é o material genético, então que o DNA de um alelo é muito parecido com o DNA do outro, mas tem algumas modificações (…)	(00:26:33) (…) Eu acho que o ideal é você conseguir fazer a ida e a volta mostrando que o DNA é o material genético, então que o DNA de um alelo é muito parecido com o DNA do outro, mas tem algumas modificações, então, apesar de Mendel não ter visto isso, você pode puxar para Biomol, porque às vezes o cara não vê, né? (...) (00:27:50) (...) Então, se você ficar pulando da Genética para Biomol, e não ficam duas áreas estanques, que parece que são duas áreas..., que vai ficando com compartimentos na cabeça de...
238. A diferença entre dois alelos, são pequenas substituições de bases	+	DB1	(00:26:33) (…)Eu acho que o ideal é você conseguir fazer a ida e a volta mostrando que o DNA é o material genético, então que o DNA de um alelo é muito parecido com o DNA do outro, mas tem algumas modificações, então, apesar de Mendel não ter visto isso, você pode puxar para Biomol, porque às vezes o cara não vê, né? Porque no fundo, em termos moleculares, qual a diferença entre dois alelos, são pequenas substituições de bases que podem fazer a semente verde e amarela que é o... (…)	(00:26:33) (…)Eu acho que o ideal é você conseguir fazer a ida e a volta mostrando que o DNA é o material genético, então que o DNA de um alelo é muito parecido com o DNA do outro, mas tem algumas modificações, então, apesar de Mendel não ter visto isso, você pode puxar para Biomol, porque às vezes o cara não vê, né? Porque no fundo, em termos moleculares, qual a diferença entre dois alelos, são pequenas substituições de bases que podem fazer a semente verde e amarela que é o... (…) (00:27:50) (...) Então, se você ficar pulando

				da Genética para Biomol, e não ficam duas áreas estanques, que parece que são duas áreas..., que vai ficando com compartimentos na cabeça de...
239. O que diferentes organismos vivos possuem em comum é a sua constituição genética	+	PE2	(00:01:23) (…) I think we really try here at our school to show students who they are and who the person next to them is and the grass outside and the fact that we have this commonality of our genetic make-up. That, on a basic level our DNA are very very similar and yet just small changes in very simple structure of sugar, phosphate and base, very small changes creates this diversity of life (00:02:25) and then leads to evolution (…)	
240. Código genético	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)". ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
	+	DB4	(06:20:00) (...) eu entendo que, primeiro, tem que se dar um foco maior em Citogenética e Genética Molecular (...) (00:07:39) (...) A partir do estudo de código, aí , a importância ou não, (crítica), enfim o que significa fazer genoma de espécies, o	

			que significa o código degenerado, e as implicações que isso tem para a seleção natural, por exemplo. (...)	
	+	DB5	(00:06:15) Muito bem, no momento em que os alunos descobrem como é que o DNA foi descoberto como material genético... Então, tem toda a parte da estrutura do material genético que é dada no colégio, não só a estrutura, mas também a função: a parte do código genético, como é que a informação contida no DNA vai para o citoplasma para a construção das proteínas...(...)	(00:08:00) hoje qualquer pessoa tem muito mais acesso a documentários científicos do que tinha antigamente, (...) Dependendo de quem escreve ou dependendo de quem faz o filme, um determinado conceito que tem a ver com Genética, que tem a ver com material genético e com Biologia Molecular é totalmente distorcido. Um deles, um dos mais frequentes, é o conceito de código genético. Acho que isso na escola tem que ser colocado de uma maneira muito clara e enfatizada, até pedindo para as pessoas tomarem cuidado (...). (00:10:00) Por exemplo, é muito comum você ver o pessoal em dúvida (...) (00:11:00) quanto à ideia de código genético. O pessoal imagina Muitas vezes que código genético é uma coisa particular de cada indivíduo, que cada um tem o seu código genético...você escuta Muitas vezes...Ou então: “nos códigos genéticos ou no código genético de tal organismo”, isso não faz sentido nenhum. O código genético é um só. Ele é um só, é utilizado de vírus até mamíferos. Então, porque falar em códigos genéticos? E agente escuta esse tipo de coisa frequentemente. (...)
	+	DB6	(00:02:24) Da parte molecular o meu	(00:00:45) DB6: Na minha opinião o Ensino

			conhecimento fundamental é a química da célula, eu acho que é uma coisa muito importante, o aluno tem que saber o papel da água, o que é um carboidrato, o que é uma proteína, o que é um ácido nucleico e o código genético, ele é central também. (...)	Médio devia enfatizar o que da Biologia é de conhecimento geral e acaba passando por todas as áreas da Biologia, ou seja, aquilo que se aplica desde as plantas, aos organismos superiores aquilo que eu considero mais abrangente. Da parte molecular o meu conhecimento fundamental é a química da célula, eu acho que é uma coisa muito importante, o aluno tem que saber o papel da água, o que é um carboidrato, o que é uma proteína, o que é um ácido nucleico e o código genético, ele é central também. (...) (00:02:24) (...) O aluno tem que entender como o material genético governa a função da célula e ele vai entender isso no código genético. E: Na sua opinião, por que que seria tão importante ele entender a diferença entre código genético e genoma? DB6: Porque são coisas muito diferentes. Quando sai hoje no jornal, decifraram o código genético do peixe não sei das quantas, é uma mentira, o que fizeram foi sequenciar o genoma do peixe tal. Decifrar o código genético é uma coisa que já aconteceu em 1963/64. Então, eu acho imperdoável, eu acho que vai caindo na mídia, vai distorcendo de modo que hoje eu pego o jornal e está escrito uma coisa que é mentira. (...) Eu acho que, é a mesma coisa,

				sei lá um zoólogo não fica ofendido se você disser que uma aranha é um inseto? Não fica? Não fica muito bravo, o zoólogo se você falar “Ah, essa aqui é uma aranha, um inseto...”, eu também como geneticista fico muito ofendida de usarem o termo código genético como sinônimo de sequenciar o genoma, ou sinônimo de genoma, são coisas muito diferentes que causam confusão. E a mim incomoda o mau uso dessas palavras. Eu suponho, posso estar supondo errado, que os professores de Ensino Médio não estão cautelosos no uso desses termos porque os alunos estão chegando na faculdade falando errado. A gente corrige e daí na prova aparece errado de novo. ((Mais informações em: Compreensão e interesse do aluno e Considerações sobre o ensino)) (...) JUSTIFICATIVA GERAL (00:23:30) DB6: Eu vou dar um exemplo pra você. Outro dia saiu um bate-boca numa revista entre dois cientistas que são verdadeiras vedetes da Genética Humana, um deles defendendo a realização de um teste genético que indica predisposição à doença de Alzheimer e o outro geneticista defendendo a posição contrária. (...) Então, você imagina se um estudante de Ensino Médio ou um professor de Ensino Médio

				escuta as duas estrelas da Genética batendo boca sobre esse assunto, como que essa pessoa vai formar opinião sobre isso se ela não entender essa mecânica que eu estou falando da doença multifatorial que é genes mais ambiente na probabilidade de você ter doença? Como que o cidadão comum que vai ler a coluna do Dr. Fulano na Veja e a coluna do Dr. Beltrano no Estado de São Paulo ele vai julgar se o Dr. A está falando uma besteira, se o Dr. B está falando a coisa certa, se ele não conhece essa mecânica? Entendeu? Então, precisa um pouco de tudo, precisa um pouco de meiose, precisa um pouco do código genético, um pouco da herança monogênica, um pouco da herança poligênica, então, eu acho que no mínimo pra você poder decodificar, ou então uma polêmica do tipo dos transgênicos, entendeu? Vou comer ou não vou comer o transgênico? Vou abrir uma caixinha de extrato de tomate com tomate transgênico ou não vou? (...)
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	DE4	(00:09:29) (…) I would cover sort of basic transcription and then the concept of a genetic code and how that code is translated by the ribosomes from RNA to make proteins. (…)	
241. O que significa a	+	DE6	(00:04:05) (…) The next thing I wrote was	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1.

	sequência de A, C, G, T			that they should have an appreciation for DNA structure (…) certainly, I appreciate that it is a linear molecule (in essence), that there are four units and you see gene (sheaves) that are building blocks and therefore why do we talk about sequence because all you need to really know, to appreciate it is A C G T and what the order of the letters is. (…)	Definição de Genética))
242.	A sequência de base dá a informação do DNA	+	DB1	(00:27:50) (…) não precisa explicar com tanto detalhe, mas mostrar que é a sequência de base que está dando a informação do DNA, se vai dar uma proteína diferente (…).	(00:27:50) (…) Então, se você ficar pulando da Genética para Biomol, e não ficam duas áreas estanques, que parece que são duas áreas..., que vai ficando com compartimentos na cabeça de...
243.	Código genético e a produção de proteínas	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)". (00:09:24) ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
244.	O DNA é codificado para produzir proteínas	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
245.	A sequência determina a produção de uma proteína diferente.	+	DB1	(00:27:50) (…) não precisa explicar com tanto detalhe, mas mostrar que é a sequência de base que está dando a informação do DNA, se vai dar uma proteína diferente (…).	(00:27:50) (…) Então, se você ficar pulando da Genética para Biomol, e não ficam duas áreas estanques, que parece que são duas áreas..., que vai ficando com compartimentos na cabeça de...

246.	Sequência correspondente a cada aminoácido	-	DE6	(00:16:07) (…)I don't think I have ever heard of someone memorizing the genetic code but, you know. Digging into all the minutia of that, I think that's a little silly. (…)	(00:15:02) (…) One thing I've seen is that there are many students that are been exposed to details not just in Genetics. (…)
247.	Definição de código degenerado	+	DB4	(06:20:00) (...) eu entendo que, primeiro, tem que se dar um foco maior em Citogenética e Genética Molecular (...) (00:07:39) (...) A partir do estudo de código, aí você abre para trabalhar Projeto Genoma, a importância ou não, (crítica), enfim o que significa fazer genoma de espécies, o que significa o código degenerado, e as implicações que isso tem para a seleção natural, por exemplo.	
248.	Implicações do código degenerado para a seleção natural	+	DB4	(06:20:00) (...) eu entendo que, primeiro, tem que se dar um foco maior em Citogenética e Genética Molecular (...) (00:07:39) (...) A partir do estudo de código, aí você abre para trabalhar Projeto Genoma, a importância ou não, (crítica), enfim o que significa fazer genoma de espécies, o que significa o código degenerado, e as implicações que isso tem para a seleção natural, por exemplo.	
249.	Nomes dos diferentes aminoácidos	-	DE6	(00:07:56) (…) they don't need to know the names of the monoacids just appreciate that's a different thing. (…)	
250.	Expressão gênica (síntese de proteína)	+	DB1	(00:02:18) (...) Eu pensei em uns conceitos (...) (00:03:20) (...) Um pouco de expressão gênica. Mas, expressão gênica é uma	

			loucura, né? É um conceito triunfal mas tem tanta coisa agora com essa coisa do RNA, então você tem...É sempre uma coisa que é difícil. Eu estou meio distante desse universo para te dizer assim exatamente. ((referindo ao universo escolar)).	
	+	DB5	(00:31:01) Elucidação da estrutura do DNA e replicação do material genético e como é que o material genético transmite as informações hereditárias. Aí você vai entrar em todos aqueles aspectos de transcrição, tradução, código genético, super importante a história do conceito de material genético que o pessoal faz muita confusão, e como é que a partir disso você tem síntese de proteínas. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE2	(00:04:12) I think all students have to understand how the expression of the protein building, the whole idea of going from your DNA and your genes until the expression of living things.	
	+	PE3	(00:05:00) PE3: I mean, we didn't get too much, I mean, we did go into a little bit of replication of DNA but not too much, even with the protein syntheses they have a basic understanding but I didn't go too deep and too detailed, specially in our setting it would go right over (…).	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
	+	PE5	(00:08:01) E: And do you teach	

			transcription… (00:08:09) PE5: Transcription, translation, protein syntheses, yes, yeah. You got it, that is a definite. (…)(00:08:26) PE5: I would say it is one of the most important things we teach, that's one thing that I would never skip is definitely protein syntheses, DNA, RNA	
	+	PE6	(00:23:14) E: And about transfer, transcriptions. (…) Do you think that it's important? (00:24:04) PE6: Yes. To teach transcription is followed by translation. And we end up with protein synthesis.	(00:23:14) E: And about transfer, transcriptions. (…) Do you think that it's important? (00:24:04) PE6: Yes. To teach transcription is followed by translation. And we end up with protein synthesis. Because I think that's important for students to realize that we have a gene and how do we get proteins, sometimes I bring it up in class: you drink milk and you need a certain protein to bring down that milk. "How does that happen?", "What is your body doing as soon as you drink that milk?", "What is going on?" (…)
	+	DE1	0:00:37) DE1: I think there are basically four… you can insert Genetics as been four different areas. You can insert it as been a molecular aspect which is how a DNA looks like how is DNA replicated, how you get gene expression, so you have transcription, translation, control of production proteins, how our mutation occur, what is a mutation, what are alleles, that kind of thing. (…)	
	+	DE6	(00:07:56) And the other (course) process is	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1.

			how you express genes and they should understand that it takes two steps, they probably should learn the names, transcription and translation, you know, you make an RNA and that's, again, that's very simple because it's just simply pairing and the hard one for me to decide how much they need is translation but the broader point is understanding …	Definição de Genética))
251. DNA é expresso	+	DB1	(00:22:10) Eu acho que tem que saber (...) que o DNA é expresso (...).	
252. A produção de proteínas está associada ao DNA	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE2	(00:04:12) I think all students have to understand how the expression of the protein building, the whole idea of going from your DNA and your genes until the expression of living things.	
253. O processo de expressão gênica começa na expressão dos genes e produz uma molécula, a proteína	+	DE6	(00:07:56) And the other (course) process is how you express genes and they should understand that it takes two steps, they probably should learn the names, transcription and translation, you know, you make an RNA and that's, again, that's very simple because it's just simply pairing and the hard one for me to decide how much they need is translation but the broader point is understanding … start with gene and make a protein from I think that's crucial , in fact, even if they don't get into the role of RNA	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

			and any details of the two key steps to appreciate, you know, genes are here, they can be copied by this process and may be expressed and when they are expressed you are making a molecule and a little bit about the fact that proteins are chemically very different (…)	
254. DNA é transformado em RNA e depois em proteína	+	DB1	(00:22:10) Eu acho que tem que saber (...) que o DNA é expresso , tanto que é transformado em RNA e depois em proteínas (...).	
255. O processo de transcrição	+	DB5	(00:31:01) Elucidação da estrutura do DNA e replicação do material genético e como é que o material genético transmite as informações hereditárias. Aí você vai entrar em todos aqueles aspectos de transcrição, tradução, código genético, super importante a história do conceito de material genético que o pessoal faz muita confusão, e como é que a partir disso você tem síntese de proteínas. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
	+	DB6	(00:18:45) (...) se ele não entendeu o código genético, se ele não entender como que o DNA se duplica, se ele não entender como é que o DNA transcreve o RNA mensageiro, vai ser difícil ele compreender, qual a importância de um sequenciamento do genoma, como é que você vai construir um transgênico... colocar um gene externo num vetor com plasmídeo colocar isso em outra célula. Isso não é trivial se o aluno não tiver	(00:18:45) (...) se ele não entendeu o código genético, se ele não entender como que o DNA se duplica, se ele não entender como é que o DNA transcreve o RNA mensageiro, vai ser difícil ele compreender, qual a importância de um sequenciamento do genoma, como é que você vai construir um transgênico... colocar um gene externo num vetor com plasmídeo colocar isso em outra célula. Isso não é trivial se o aluno não tiver

			entendido muito bem esses aspectos básicos que eu estou colocando. (...) (00:19:43) Código genético, transcrição, tradução... tudo isso o aluno tem que ter uma visão muito clara para conseguir chegar nesse passo de entender o que que é um Projeto Genoma, o que que é um transgênico. Então, eu acho que deve ser introduzido ((as novas Biotecnologias)) desde que o professor perceba que esse enxoval básico é dominado. (...)	entendido muito bem esses aspectos básicos que eu estou colocando. (...) (00:19:43) Código genético, transcrição, tradução... tudo isso o aluno tem que ter uma visão muito clara para conseguir chegar nesse passo de entender o que que é um Projeto Genoma, o que que é um transgênico. Então, eu acho que deve ser introduzido ((as novas Biotecnologias)) desde que o professor perceba que esse enxoval básico é dominado. (...)
	+	PE3	(00:06:30) (…) we get into a little bit with transcription, translation and protein and RNA they are so just kind of what… (00:07:24) I know exposing it to them is the first part because if they wanna continue down path they will repeat the exposure and that is really gonna help them store into memory (…).	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
	+	PE5	(00:08:01) E: And do you teach transcription… (00:08:09) PE5: Transcription, translation, protein syntheses, yes, yeah. You got it, that is a definite.	
	+	PE6	(00:23:14) E: And about transfer, transcriptions. (…) Do you think that it's important? (00:24:04) PE6: Yes. To teach transcription is followed by translation. And we end up with protein synthesis.	(00:23:14) E: And about transfer, transcriptions. (…) Do you think that it's important? (00:24:04) PE6: Yes. To teach transcription is followed by translation. And we end up with protein synthesis. Because I think that's important for students to realize that we have

				a gene and how do we get proteins, sometimes I bring it up in class: you drink milk and you need a certain protein to bring down that milk. “How does that happen?”, “What is your body doing as soon as you drink that milk?”, “What is going on?” (…)
	+	DE1	:00:37) DE1: I think there are basically four… you can insert Genetics as been four different areas. You can insert it as been a molecular aspect which is how a DNA looks like how is DNA replicated, how you get gene expression, so you have transcription, translation, control of production proteins, how our mutation occur, what is a mutation, what are alleles, that kind of thing. (…)	
	+	DE4	(00:02:32). Thinking about Genetics and DNA, it would be nice if people had some fundamental ideas about transcription and translation (…)	(00:19:04) (…) But, you know, Genetics is the transmission of information as we understand in the architecture of the DNA molecule, is the fundamental life process. So even when we are not going to be in anyway educated about Biology I think he needs to understand fundamentals of Genetics as we understand DNA replication, (00:21:06) transcription, translation and then how the “genetic trail” is parceled out from parent to offspring, and the basic Mendelian Genetics.
	+	DE5	(00:04:12) (…) And then I think it’s important for them to have an idea of what can go wrong. You know, and now goes back to understanding what the genetic material is, what is DNA, what it’s made of,	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have

			and how does it hold information. That goes back to the concept of the central dogma tracking that information and then when something goes wrong, saying in DNA replication or in a transcription, or translation what's the consequence of that. (…)	understanding. (…)
	+	DE6	(00:07:56) And the other (course) process is how you express genes and they should understand that it takes two steps, they probably should learn the names, transcription and translation, you know, you make an RNA and that's, again, that's very simple because it's just simply pairing and the hard one for me to decide how much they need is translation but the broader point is understanding …	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
256. Na transcrição ocorre a cópia das informações codificadas na molécula de DNA e o envio da mensagem para o citoplasma	+	DB2	Complementação por *e-mail*: (...) Pois, para compreender o material hereditário é necessário que saiba a estrutura da moléculas de DNA e suas propriedades fundamentais, ou seja, (a) a duplicação na qual a molécula antiga serve de molde para a síntese de uma nova, a (b) a transcrição, ou seja, a cópia das informações codificadas na molécula de DNA e o envio da mensagem para o citoplasma (o processo de tradução pode ser dado em continuação). (...)	
257. O DNA transcreve o RNA mensageiro	+	DB6	(00:18:45) (...) se ele não entendeu o código genético, se ele não entender como que o	

			DNA se duplica, se ele não entender como é que o DNA transcreve o RNA mensageiro, vai ser difícil ele compreender, qual a importância de um sequenciamento do genoma, como é que você vai construir um transgênico... colocar um gene externo num vetor com plasmídeo colocar isso em outra célula. Isso não é trivial se o aluno não tiver entendido muito bem esses aspectos básicos que eu estou colocando. (00:19:43) Código genético, transcrição, tradução... tudo isso o aluno tem que ter uma visão muito clara para conseguir chegar nesse passo de entender o que que é um Projeto Genoma, o que que é um transgênico. Então, eu acho que deve ser introduzido ((a Biotecnologia)) desde que o professor perceba que esse enxoval básico é dominado.	
258. TATA BOX e seu envolvimento na iniciação	-	DE6	(00:16:07) (…) Digging into all the minutia of that, I think that's a little silly. Or learning about a TATA box and where that's involved in initiation. (…)	(00:15:02) (…) One thing I've seen is that there are many students that are been exposed to details not just in Genetics. (…)
259. Existem três tipos de RNA polimerase em eucariontes	-	DE6	(00:16:55) (…) I think at this stage even worrying about the fact that there are three RNA polymerases in eukaryotes, I think that's way less important (…)	(00:16:55) (…) I think at this stage even worrying about the fact that there are three RNA polymerases in eukaryotes, I think that's way less important (…)than they get the bigger picture and know the essence of things, and not the smaller details (…)
260. A RNA polimerase lê a informação do DNA para o RNA	+	DE4	(00:09:29) And then that there are enzymes that read the information from DNA to RNA, so, some idea of RNA polymerase	

			would be useful. (…)	
261. Consequências de erros do processo de transcrição	+	DE5	(00:04:12) (…) And then I think it's important for them to have an idea of what can go wrong. You know, and now goes back to understanding what the genetic material is, what is DNA, what it's made of, and how does it hold information. That goes back to the concept of the central dogma tracking that information and then when something goes wrong, saying in DNA replication or in a transcription, or translation what's the consequence of that. (…)	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
262. O processo de tradução	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)". ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
	+	DB2	Complementação por *e-mail*: (...) Pois, para compreender o material hereditário é necessário que saiba a estrutura da moléculas de DNA e suas propriedades fundamentais, ou seja, (a) a duplicação na qual a molécula antiga serve de molde para a síntese de uma nova, a (b) a transcrição, ou seja, a cópia das informações	

			codificadas na molécula de DNA e o envio da mensagem para o citoplasma (o processo de tradução pode ser dado em continuação). (...)	
	+	DB5	(00:31:01) Elucidação da estrutura do DNA e replicação do material genético e como é que o material genético transmite as informações hereditárias. Aí você vai entrar em todos aqueles aspectos de transcrição, tradução, código genético, super importante a história do conceito de material genético que o pessoal faz muita confusão, e como é que a partir disso você tem síntese de proteínas. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
	+	DB6	(00:18:45) (...) Isso ((Biotecnologia)) não é trivial se o aluno não tiver entendido muito bem esses aspectos básicos que eu estou colocando. (00:19:43) Código genético, transcrição, tradução... tudo isso o aluno tem que ter uma visão muito clara para conseguir chegar nesse passo de entender o que que é um Projeto Genoma, o que que é um transgênico. Então, eu acho que deve ser introduzido ((a Biotecnologia)) desde que o professor perceba que esse enxoval básico é dominado.	
	+	PE3	(00:06:30) (…) we get into a little bit with transcription, translation and protein and RNA they are so just kind of what… (00:07:24) I know exposing it to them is the first part because if they wanna continue	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))

			down path they will repeat the exposure and that is really gonna help them store into memory (…).	
	+	PE5	(00:08:01) E: And do you teach transcription… (00:08:09) PE5: Transcription, translation, protein syntheses, yes, yeah. You got it, that is a definite.	
	+	PE6	(00:23:14) E: And about transfer, transcriptions. (…) Do you think that it's important? (00:24:04) PE6: Yes. To teach transcription is followed by translation. And we end up with protein synthesis.	(00:23:14) E: And about transfer, transcriptions. (…) Do you think that it's important? (00:24:04) PE6: Yes. To teach transcription is followed by translation. And we end up with protein synthesis. Because I think that's important for students to realize that we have a gene and how do we get proteins, sometimes I bring it up in class: you drink milk and you need a certain protein to bring down that milk. "How does that happen?", "What is your body doing as soon as you drink that milk?", "What is going on?" (…)
	+	DE1	(00:00:37) DE1: I think there are basically four… you can insert Genetics as been four different areas. You can insert it as been a molecular aspect which is how a DNA looks like, how is DNA replicated, how you get gene expression, so you have transcription, translation, control of production proteins, how our mutation occur, what is a mutation, what are alleles, that kind of thing. (…)	
	+	DE4	(00:02:32). Thinking about Genetics and	(00:19:04) (…) But, you know, Genetics is

			DNA, it would be nice if people had some fundamental ideas about transcription and translation (…)	the transmission of information as we understand in the architecture of the DNA molecule, is the fundamental life process. So even when we are not going to be in anyway educated about Biology I think he needs to understand fundamentals of Genetics as we understand DNA replication, (00:21:06) transcription, translation and then how the "genetic trail" is parceled out from parent to offspring, and the basic Mendelian Genetics.
	+	DE5	(00:04:12) (…) And then I think it's important for them to have an idea of what can go wrong. You know, and now goes back to understanding what the genetic material is, what is DNA, what it's made of, and how does it hold information. That goes back to the concept of the central dogma tracking that information and then when something goes wrong, saying in DNA replication or in a transcription, or translation what's the consequence of that. (…)	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
	+	DE6	(00:07:56) And the other (course) process is how you express genes and they should understand that it takes two steps, they probably should learn the names, transcription and translation, you know, you make an RNA and that's, again, that's very simple because it's just simply pairing and the hard one for me to decide how much they need is translation but the broader point	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

			is understanding …	
263. Como o ribossomo traduz o código do RNA para fazer proteínas	+	DE4	(00:09:29) (…) I would cover sort of basic transcription and then the concept of a genetic code and how that code is translated by the ribosomes from RNA to make proteins. (…)	
264. Consequências de erros do processo de tradução	+	DE5	(00:04:12) (…) And then I think it's important for them to have an idea of what can go wrong. You know, and now goes back to understanding what the genetic material is, what is DNA, what it's made of, and how does it hold information. That goes back to the concept of the central dogma tracking that information and then when something goes wrong, saying in DNA replication or in a transcription, or translation what's the consequence of that (…)	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
265. Processamento do RNA	-	DE4	(00:09:29) (…). When I was in college nobody knew anything about introns and exons. So I don't… I think that might be probably sophisticated for high school students to learn something about RNA processing after transcription (…)	(00:09:29) (…). When I was in college nobody knew anything about introns and exons. So I don't… I think that might be probably sophisticated for high school students to learn something about RNA processing after transcription (…)
266. Introns 267. Exons	+	PB5	(00:07:14) (...) Hoje não tem jeito. Eu não consigo não falar do funcionamento do DNA como ele tem que ser falado. Então, entra tudo, aqui está entrando tudo, está entrando introns, éxons, *splicings*, está entrando RNA de interferência. Está entrando epigenética já, que é um ponto que sempre foi muito	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).

			difícil. (...)	
	-	DE4	(00:09:29) (…). When I was in college nobody knew anything about introns and exons. So I don't… I think that might be probably sophisticated for high school students to learn something about RNA processing after transcription (…)	(00:09:29) (…). When I was in college nobody knew anything about introns and exons. So I don't… I think that might be probably sophisticated for high school students to learn something about RNA processing after transcription (…)
268. Splicing 269. RNA de interferência 270. Epigenética	+	PB5	(00:07:14) (...) Hoje não tem jeito. Eu não consigo não consigo não falar do funcionamento do DNA como ele tem que ser falado. Então, entra tudo, aqui está entrando tudo, está entrando introns, éxons, *splicings*, está entrando RNA de interferência. Está entrando epigenética já, que é um ponto que sempre foi muito difícil. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
271. Como o DNA participa da atividade fisiológica da célula	+	PB5	(00:13:13) foi como eu te falei, no fundo no fundo, eu acho que assim, a questão da genética, da hereditariedade, do funcionamento celular, da importância, né?, do controle, digamos, não no sentido de tomar conta, mas no sentido de participar de uma forma importante da atividade fisiológica. Então, até que ponto, né o DNA participa disso, como ele... como isso para mim é importante, a questão mesmo de entender a forma de você transmitir essa questão genética. Então, isso para mim é importante que eles saibam.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
272. Proteínas	+	DB6	(00:02:24) Da parte molecular o meu conhecimento fundamental é a química da	(00:00:45) DB6: Na minha opinião o Ensino Médio devia enfatizar o que da Biologia é de

			célula, eu acho que é uma coisa muito importante, o aluno tem que saber o papel da água, o que é um carboidrato, o que é uma proteína, o que é um ácido nucleico e o código genético, ele é central também. (...)	conhecimento geral e acaba passando por todas as áreas da Biologia, ou seja, aquilo que se aplica desde as plantas, aos organismos superiores aquilo que eu considero mais abrangente. (...) Da parte molecular o meu conhecimento fundamental é a química da célula, eu acho que é uma coisa muito importante, o aluno tem que saber o papel da água, o que é um carboidrato, o que é uma proteína, o que é um ácido nucleico e o código genético, ele é central também. (...)
	+	PE3	(00:06:30) (…) we get into a little bit with transcription, translation and protein and RNA they are so just kind of what… (00:07:24) I know exposing it to them is the first part because if they wanna continue down path they will repeat the exposure and that is really gonna help them store into memory (…).	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
	+	DE4	(00:09:29) (…)I would cover sort of basic transcription and then the concept of a genetic code and how that code is translated by the ribosomes from RNA to make proteins. And the proteins of course, when we start to drift away from Genetics a little bit. The proteins in new ways govern the activities of the cell, and the kinds of proteins that are produced in the cell determine what that cell does. (…)	
	+	DE6	(00:08:58) (…) My next thing I called	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1.

			meaning, and what does that mean, what does genetic information mean, then they have some appreciations and some examples, so genes make proteins, so what does that matter and talking a little about what proteins are, (…).	Definição de Genética))
273. As proteínas são moléculas diferentes do DNA, formadas por blocos	+	DE6	00:07:56) (…) in fact, even if they don't get into the role of RNA and any details of the two key steps to appreciate, you know, genes are here, they can be copied by this process and may be expressed and when they are expressed you are making a molecule and a little bit about the fact that proteins are chemically very different, they are more building blocks, they don't need to know the names of the monoacids just appreciate that's a different thing. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
274. As proteínas se dobram	+	DE6	(00:49:00) (…) but proteins are way too complicated, way too diverse… that's where real complexity begins. Forget trying to teach that to high school students but at least to give them that idea that little things are fold-up we can´t see them, they are tiny, but they are doing all these things for you.	
275. As proteínas são pequenas	+	DE6	(00:49:00) (…) but proteins are way too complicated, way too diverse… that's where real complexity begins. Forget trying to teach that to high school students but at least to give them that idea that little things are fold-up we can´t see them, they are tiny, but they are doing all these things for you.	

276. O que as proteínas fazem	+	DE6	(00:08:58) (…) My next thing I called meaning, and what does that mean, what does genetic information mean, then they have some appreciations and some examples, so genes make proteins, so what does that matter and talking a little about what proteins are, what they do (…).	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
277. A importância das proteínas para a constituição das células 278. As propriedades das células são determinadas pelas proteínas e consequentemente pelos genes	+	DE6	(00:08:58) (…) My next thing I called meaning, and what does that mean, what does genetic information mean, then they have some appreciations and some examples, so genes make proteins, so what does that matter and talking a little about what proteins are, what they do and how proteins are important for making cells and the properties of the cells are determined by the proteins there are in the cells and therefore the genes, they are expressed (…).	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
279. As proteínas governam a atividade da célula 280. O tipo de proteína produzido pela célula determina a atividade que esta célula desempenha	+	DE4	(00:09:29) (…)I would cover sort of basic transcription and then the concept of a genetic code and how that code is translated by the ribosomes from RNA to make proteins. And the proteins of course, when we start to drift away from Genetics a little bit. The proteins in new ways govern the activities of the cell, and the kinds of proteins that are produced in the cell determine what that cell does. (…)	
281. As alterações nas proteínas podem gerar alterações nas	+	DE6	(00:49:00) (…) but proteins are way too complicated, way too diverse… that's where real complexity begins. Forget trying to	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

	características do organismo			teach that to high school students but at least to give them that idea that little things are fold-up we can´t see them, they are tiny, but they are doing all these things for you. When you screw them up, then you can get a disease. Or if you tweak them a little then you can get little taller or shorter, you know, that basic idea, I think there would be where I would stand. (…)	
282.	Especificidades sobre as proteínas	-	DE6	(00:47:53) (…) "Oh Molecular Biology is too complicated". It's only complicated if you put the complications in, but the essences of unit, DNA, translate and protein, you know. (00:49:00) Now, that's where are things are complicated, that is what I tell my students: "proteins are horrible". We can understand in simple terms how DNA works, how gene expression works up to level protein, but proteins are way too complicated, way too diverse… that's where real complexity begins. Forget trying to teach that to high school students (…).	(00:49:00) Now, that's where are things are complicated, that is what I tell my students: "proteins are horrible". We can understand in simple terms how DNA works, how gene expression works up to level protein, but proteins are way too complicated, way too diverse… that's where real complexity begins (…)
283.	Regulação da expressão gênica			(Conteúdo inclusivo – Ver tabela X)	
284.	Expressão do DNA tem regulação	+	DB1	(00:22:10) Eu acho que tem que saber (...) que o DNA é expresso , tanto que é transformado em RNA e depois em proteínas, que tem uma regulação (...).	
		+	DE1	00:00:37) DE1: I think there are basically four… you can insert Genetics as been four different areas. You can insert it as been a	

				molecular aspect which is how a DNA looks like, how is DNA replicated, how you get gene expression, so you have transcription, translation, control of production proteins, how our mutation occur, what is a mutation, what are alleles, that kind of thing. (…)	
285.	Modelos de regulação da expressão gênica	-	DE4	(00:10:44) (…) I guess you can talk about some simple models for the control of gene expression but there are a lot of things going on there, I think it would be too much, I wouldn't try to teach in High School. (…)	(00:10:44) (…) I guess you can talk about some simple models for the control of gene expression but there are a lot of things going on there, I think it would be too much, I wouldn't try to teach in High School. (…)
286.	os genes se expressam de modo diferente nas regiões diferentes do nosso corpo	+	PB6	(00:08:47) PB6: Bem eles precisam saber que: (...) os genes se expressam de modo diferente nas regiões diferentes do nosso corpo e essa expressão diferente leva às particularidades de cada organismo, não é? Então, eu acho que isso é o começo, o fundamental.	((Idem JUSTIFICATIVA GERAL:63. Localização do material genético dentro da célula)).
287.	A expressão diferenciada nas regiões diferentes do nosso corpo leva às particularidades de cada organismo,	+	PB6	00:08:47) PB6: Bem eles precisam saber que: (...) os genes se expressam de modo diferente nas regiões diferentes do nosso corpo e essa expressão diferente leva às particularidades de cada organismo, não é? Então, eu acho que isso é o começo, o fundamental.	((Idem JUSTIFICATIVA GERAL:63. Localização do material genético dentro da célula)).
288.	Como as informações do DNA são lidas no decorrer do desenvolvimento sendo ativadas e desativadas	+	DE4	(00:02:32) Thinking about Genetics and DNA, it would be nice if people had some fundamental ideas about transcription and translation and how the information carried in the DNA is read out during the developmental processes (and) turned on and	

			turned off. (…)	
289. Os genes possuem regiões promotoras 290. As regiões promotoras possuem a função de reguladoras	+	DE2	(00:0:40) DE2: (…) I guess for me what they need to know, or maybe I'd rather say, what I don't see them getting and I would like to see them come to me already with is a better understanding of what a gene is. (…) (00:01:37). So, that there is a promoter. What is a promoter for? Why is it there? Not just turning it on but some regulation stuff.	(00:01:37) (…)(00:0:40) DE2: (…) I guess for me what they need to know, or maybe I'd rather say, what I don't see them getting and I would like to see them come to me already with is a better understanding of what a gene is. (…) (00:01:37). So, that there is a promoter. What is a promoter for? Why is it there? Not just turning it on but some regulation stuff.So, when they get that and really have it at the core of themselves when they come into my class makes my teaching so much easier because they're not lost in DNA, proteins, what's the connection, they're not lost necessarily in that piece so we can talk about deeper subjects and also prepare them for the other courses coming down the line which could then talk about deeper things.
291. A ativação e desativação dos genes propiciam a especialização das células que se proliferam durante o desenvolvimento do indivíduo	+	DE4	(00:09:29) (…).I would cover sort of basic transcription and then the concept of a genetic code and how that code is translated by the ribosomes from RNA to make proteins. (…) (00:10:44) I guess that thinking about transcription and translation, the idea that genes are turned on and off from different cells and during the developmental process from the baby to the adult the cells proliferate and also specialize and that's a consequence of genes been turned on and off. (…)	

292. Diferenciação celular	+	PB5	(00:06:11) Mas, o que, eu acho fundamental associar a questão da herança propriamente. A ideia é trabalhar em três níveis.(...). O segundo nível seria célula a célula. Então, entra divisão celular, entra um pouco de diferenciação celular. Então, a gente chega a discutir um pouquinho sobre esse papel. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
293. Diferentes tecidos são formados a partir de células somáticas	+	DB4	(00:02:32) (…) From my point of view, it's useful to understand the distinction between the somatic cells and germ-line and so there are different issues in Biology that arise and thinking about those of, knowing something about somatic cells and development might help inform people about cancer which is something people deal with during their lives. (…)	(00:02:32) (…) From my point of view, it's useful to understand the distinction between the somatic cells and germ-line and so there are different issues in Biology that arise and thinking about those of, knowing something about somatic cells and development might help inform people about cancer which is something people deal with during their lives. (…)
294. O que faz um neurônio ser diferente de uma célula da pele	+	DB1	(00:22:10) Eu acho que tem que saber (...) que o DNA é expresso, (...) que tem uma regulação, o que faz um neurônio ser diferente (...). Não pode entrar em muito detalhe, mas tem coisa que você pode puxar, por exemplo, o que faz um neurônio ser diferente de uma célula da pele se eles têm o mesmo DNA, mesma informação genética.	
295. Detalhes sobre a diferenciação da expressão em diferentes células	-	DB1	(00:22:10) Eu acho que tem que saber (...) que o DNA é expresso, (...) que tem uma regulação, o que faz um neurônio ser diferente (...). Não pode entrar em muito detalhe, mas tem coisa que você pode puxar, por exemplo, o que faz um neurônio ser diferente de uma célula da pele se eles têm o	

			mesmo DNA, mesma informação genética.	
296. Replicação do DNA	+	DB5	(00:36:42) E: O senhor falou também da estrutura e função do material genético... (00:36:45) DB5: Isso já viria depois dessa parte da descoberta do DNA como material genético. Então, aí a gente já estaria falando das descobertas do ácido nucleico que é a dupla hélice e em cima da dupla hélice a questão de estrutura e função. Bom, o material genético precisa duplicar, ele precisa replicar nas divisões celulares, como é que isso acontece...em replicação do material genético. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
	+	DB6	(00:18:45) (...) se ele não entendeu o código genético, se ele não entender como que o DNA se duplica, se ele não entender como é que o DNA transcreve o RNA mensageiro, vai ser difícil ele compreender, qual a importância de um sequenciamento do genoma, como é que você vai construir um transgênico... colocar um gene externo num vetor com plasmídeo colocar isso em outra célula. Isso não é trivial se o aluno não tiver entendido muito bem esses aspectos básicos que eu estou colocando. (00:19:43) Código genético, transcrição, tradução... tudo isso o aluno tem que ter uma visão muito clara para conseguir chegar nesse passo de entender o que que é um Projeto Genoma, o que que é um transgênico. Então, eu acho que deve ser introduzido ((a Biotecnologia)) desde que o	

			professor perceba que esse enxoval básico é dominado.	
	+	PE3	(00:02:20) (…) When we go into DNA a big thing that we talk about there is …basic understanding of DNA, we don't go into too much, we do go into the structure and a little bit of replication for the most part (…) mutation, the effect of radiation and toxic chemicals on the DNA structure and what the possible results, it would be enough. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
	+	DE1	00:00:37) DE1: I think there are basically four… you can insert Genetics as been four different areas. You can insert it as been a molecular aspect which is how a DNA looks like, how is DNA replicated, how you get gene expression, so you have transcription, translation, control of production proteins, how our mutation occur, what is a mutation, what are alleles, that kind of thing. (…)	
	+	DE4	(00:19:04) (…) (even when we are not) going to be in anyway educated about Biology I think he needs to understand fundamentals of Genetics as we understand DNA replication (…)	(00:19:04) (…) But, you know, Genetics is the transmission of information as we understand in the architecture of the DNA molecule, is the fundamental life process. So (even when we are not) going to be in anyway educated about Biology I think he needs to understand fundamentals of Genetics as we understand DNA replication (…)
	+	DE5	(00:04:12) (…) And then I think it's important for them to have an idea of what can go wrong. You know, and now goes	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I

			back to understanding what the genetic material is, what is DNA, what it's made of, and how does it hold information. That goes back to the concept of the central dogma tracking that information and then when something goes wrong, saying in DNA replication or in a transcription, or translation what's the consequence of that. (…)	think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
	+	DE6	(00:06:15) The next thing I wrote was process and by this I mean understanding at a basic level that DNA gets copied and we use the word replication for that (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
297. Replicação é o processo em que o DNA é copiado	+	DE6	(00:06:15) The next thing I wrote was process and by this I mean understanding at a basic level that DNA gets copied and we use the word replication for that (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
298. Como o DNA se replica	+	DB5	(00:36:45) DB5 (...) Bom, o material genético precisa duplicar, ele precisa replicar nas divisões celulares, como é que isso acontece...em replicação do material genético. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
	+	PE4	(00:00:30) (…) So I think right now, personally what we're (00:01:00) covering is basically how does DNA replicate, how does the cell replicate, how are your traits passed on from mom and dad to you and how does that make you "you". (…)	((Idem ao item 85. Divisão celular))
299. A duplicação é o processo no qual a molécula antiga serve	+	DB2	Complementação por *e-mail*: Pois, para compreender o material hereditário é necessário que saiba a estrutura	

de molde para a síntese de uma nova			das moléculas de DNA e suas propriedades fundamentais, ou seja, (a) a duplicação na qual a molécula antiga serve de molde para a síntese de uma nova, a (b) a transcrição, ou seja, a cópia das informações codificadas na molécula de DNA e o envio da mensagem para o citoplasma (o processo de tradução pode ser dado em continuação).	
300. A replicação ocorre em um determinado sentido	+	DE6	(00:06:15) (…) I don't think they need to learn about all the different DNA polymerases, and leading and lagging strands and all the complexities of this level because at… 5'end or 3'end I think don't mean anything it should be chemistry anyway, I think that's a little much. They can know they go one way and the other way but the terminology I think is less important than… in essence, ok?	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
301. Diferentes tipos de DNA polimerases 302. Extremidades 5' ou 3' 303. Fita líder 304. Fita retardada	-	DE6	(00:06:15) (…) I don't think they need to learn about all the different DNA polymerases, and leading and lagging strands and all the complexities of this level because at… 5'end or 3'end I think don't mean anything it should be chemistry anyway, I think that's a little much.	(00:06:15) (…) I don't think they need to learn about all the different DNA polymerases, and leading and lagging strands and all the complexities of this level because at… 5'end or 3'end I think don't mean anything it should be chemistry anyway, I think that's a little much. They can know they go one way and the other way but the terminology I think is less important than… in essence, ok? (00:07:02).
305. Para que a replicação ocorra as duas fitas do DNA são separadas e	+	DE6	(00:06:15) The next thing I wrote was process and by this I mean understanding at a basic level that DNA gets copied and we	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

	cópias são realizadas em uma maquinaria dentro da célula			use the word replication for that and that again the two strands…you know… understanding it is very simple, all you need to do is separate them and write copies and a real machinery inside the cell can do that. (…)	
306.	Associação entre duplicação e divisão celular	+	DB2	Complementação por *e-mail*: O aluno precisa também associar a duplicação do DNA com o processo de divisão celular.	
307.	A replicação do DNA ocorre durante os processos de meiose e mitose	+	DE4	(00:08:40) (…) So that would mean knowing something about backup replication, that means knowing something about… there are enzymes that control replication in DNA molecules and what happens is part of meiosis and mitosis.	
308.	Antes da célula se dividir o material genético precisa ser copiado	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: "Genetics and Inherited Traits", trata-se de um dos parâmetros (standards) apresentado no Michigan Merit Curriculum. Diferente dos demais parâmetros mencionados pela entrevistada, ela não apresenta maiores explicações sobre o mesmo sobre o que esse abrangeria em sua opinião. Portanto, nesse caso específico, utilizou-se como referência o próprio documento e a abrangência apresentada por ele, em seu item B4.1).	(00:02:20) One of the most important things that we want students to know is for "Genetic and Inherit Traits" as we want them to know and understand how they developed their own physical traits and why they have what they do have. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
309.	Há enzimas que controlam a replicação	+	DE4	(00:08:40) (…) So that would mean knowing something about backup	

do DNA			replication, that means knowing something about… there are enzymes that control replication in DNA molecules and what happens is part of meiosis and mitosis.	
310. Consequências de erros na replicação	+	DE5	(00:04:12) (…) And then I think it's important for them to have an idea of what can go wrong. You know, and now goes back to understanding what the genetic material is, what is DNA, what it's made of, and how does it hold information. That goes back to the concept of the central dogma tracking that information and then when something goes wrong, saying in DNA replication or in a transcription, or translation what's the consequence of that. (…)	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
311. Mutação	+	DB1	(00:06:12) Outros conceitos: recombinação, *crossing over*, interação gênica e mutação. (...) Então, eu acho que seria o fundamental para Genética e Genética Molecular.	
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE2	(00:01:23) (…) We teach Mendel, alleles, all that kind of basic independent sort of segregation, we are going on to a DNA level, a gene, what makes a gene, mutations, alterations, all these kinds of almost, (…)	
	+	PE3	(00:02:20) (…) When we go into DNA a big thing that we talk about there is …basic understanding of DNA, we don't go into too much, we do go into the structure and a little	(00:03:21) So, that they can kind of be aware of, if they were receiving radiation, if they have to have an MRI ((Magnetic Resonance Imaging)) or X-ray there are things that they

			bit of replication for the most part (…) mutation, the effect of radiation and toxic chemicals on the DNA structure and what the possible results, it would be enough. (…)	have to be aware of, what they are exposing themselves to actually in society. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
	+	DE1	00:00:37) DE1: I think there are basically four… you can insert Genetics as been four different areas. You can insert it as been a molecular aspect which is how a DNA looks like, how is DNA replicated, how you get gene expression, so you have transcription, translation, control of production proteins, how our mutation occur, what is a mutation, what are alleles, that kind of thing. (…)	(00:05:50) So the molecular side, again it should be probably more in depth and probably should understand something involving the structure of a DNA maybe not be able to physically draw a DNA allele but understand that it is made up of four basis, mutation occur by a variety of mechanism, how mutations occur because they will face that in their lifetimes trying to evaluate certain chemicals that people are trying to sell you or a company is trying to put into the environment, damages in DNA, probably understand what that really means and what mutations can link to cancer, other diseases and so that is basically trying to understand what they may face in their lives as they go along. (…)
	+	DE5	00:05:07) And for Genetics you take it all back to the DNA level. Ok, something happens in the DNA replication and depending on what type of cell that happens, and in the reproduction of their gametes, then that becomes an inherited mutation which now is gonna be passed on at that particular DNA gets used in the reproduction.	(00:05:07) (…) So there are a lot of related concepts I think to understand Genetics and the molecular processes that is behind it, I think are very important, especially today with biotechnology issues that we have understanding. (…)
	+	DE6	(00:09:52) which brings me to the next point	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1.

			of course I think they have to have… they have to come to appreciate variation, where comes from, that mutations happen, what a mutation is (…)	Definição de Genética))
312. Como as mutações ocorrem	+	DE1	00:00:37) DE1: I think there are basically four… you can insert Genetics as been four different areas. You can insert it as been a molecular aspect which is how a DNA looks like, how is DNA replicated, how you get gene expression, so you have transcription, translation, control of production proteins, how our mutation occur, what is a mutation, what are alleles, that kind of thing. (…)	((Idem ao item 25.6 mutação))
313. Os genes estão susceptíveis à mutação	+	PB6	(00:09:23) (...) eles precisam entender que os genes são susceptíveis e sofrem mutações; essas mutações produzem novas características que podem ser boas ou não, (...) Certo? Então, eu acho que essas coisas são bem básicas para alunos do Ensino Médio.	((Idem JUSTIFICATIVA GERAL:63. Localização do material genético dentro da célula)).
314. Mutação é uma alteração no DNA	+	DE6	(00:09:52) which brings me to the next point of course I think they have to have… they have to come to appreciate variation, where comes from, that mutations happen, what a mutation is, that it is a change in the DNA that could passed on. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de genética))
315. Mutação é o processo de geração novos alelos	+	DB1	(00:06:12) Outros conceitos: recombinação, *crossing over*, interação gênica e mutação. Eu acho que isso são alguns dos conceitos que eu acho que... mutação no sentido que é o processo que gera novos alelos. Então, eu	

			acho que seria o fundamental para Genética e Genética Molecular.	
316. Alterações DNA, alteram o RNA, que afetam consequentemente as proteínas. 317. Como as mutações se manifestam fora do nível molecular	+	DE6	(00:09:52) (…) They don't have to talk about all the different ways that mutations happen, that's too complex but understanding that things happen at random. So changes in the DNA and that a change in a gene can affect therefore the protein itself. And that again is all part of a big picture but instead of just saying gene and DNA, RNA and protein now change DNA change RNA and change protein, change level protein… the fact that these are molecules that are altered and how the effects play out of the molecule level. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
318. Consequências da mutação			(Conteúdo inclusivo – Ver tabela X)	
319. As mutações produzem novas características que podem ser boas ou não	+	PB6	(00:09:23) (...) entender que os genes são susceptíveis e sofrem mutações; essas mutações produzem novas características que podem ser boas ou não, (...) Certo? Então, eu acho que essas coisas são bem básicas para alunos do Ensino Médio.	((Idem JUSTIFICATIVA GERAL:63. Localização do material genético dentro da célula)).
320. Mutações podem causar doenças	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: "Unterstand that change or mutation of particular genes in DNA sequence may lead to diseases". A palavra "may" foi inserida posteriormente com uma seta intercalada entre as palavras "sequence" e "lead"))	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))

321. Mutações ocorrem ao acaso	+	DE6	(00:09:52) They don't have to talk about all the different ways that mutations happen, that's too complex but understanding that things happen at random. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
322. As mutações são causadas por uma variedade de mecanismos	+	DE1	(00:05:50) So the molecular side, again it should be probably more in depth and probably should understand something involving the structure of a DNA maybe not be able to physically draw a DNA allele but understand that it is made up of four basis, mutation occur by a variety of mechanism, how mutations occur because they will face that in their lifetimes trying to evaluate certain chemicals that people are trying to sell you or a company is trying to put into the environment, damages in DNA, probably understand what that really means and what mutations can link to cancer, other diseases and so that is basically trying to understand what they may face in their lives as they go along. (…)	((Idem ao item 25.6 mutação))
323. Diferentes processos de mutação	-	DE6	(00:09:52) They don't have to talk about all the different ways that mutations happen, that's too complex (…)	(00:09:52) They don't have to talk about all the different ways that mutations happen, that's too complex (…)
324. Efeitos da radiação	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE3	(00:02:20) (…) When we go into DNA a big thing that we talk about there is …basic understanding of DNA, we don't go into too much, we do go into the structure and a little bit of replication for the most part (…)	(00:03:21) So, that they can kind of be aware of, if they were receiving radiation, if they have to have an MRI ((Magnetic Resonance Imaging)) or X-ray there are things that they have to be aware of, what they are exposing

			mutation, the effect of radiation and toxic chemicals on the DNA structure and what the possible results, it would be enough. (…)	themselves to actually in society. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
325. Efeitos de agentes mutagênicos químicos	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	PE3	(00:02:20) (…) When we go into DNA a big thing that we talk about there is …basic understanding of DNA, we don't go into too much, we do go into the structure and a little bit of replication for the most part (…) mutation, the effect of radiation and toxic chemicals on the DNA structure and what the possible results, it would be enough. (…)	(00:03:21) So, that they can kind of be aware of, if they were receiving radiation, if they have to have an MRI ((Magnetic Resonance Imaging)) or X-ray there are things that they have to be aware of, what they are exposing themselves to actually in society. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
326. Mutação pode ser transmitida	+	DE6	(00:09:52) which brings me to the next point of course I think they have to have… they have to come to appreciate variation, where comes from, that mutations happen, what a mutation is, that it is a change in the DNA that could passed on. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
327. Mutações que podem ser passadas de geração para geração	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: "More emphasis on meiosis and genetic recombination, genetic variation and mutations that can be passed to offspring"))	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
328. O que diferencia um organismo de outro molecularmente			(Conteúdo inclusivo – Ver tabela X)	
329. Cada espécie possui sua sequência de DNA	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
330. O que diferencia	+	PE2	(…) That, on a basic level our DNA are very	

	diferentes organismos são pequenas alterações em seu DNA			very similar and yet just small changes in very simple structure of sugar, phosphate and base, very small changes creates this diversity of life (00:02:25) and then leads to evolution (…)	
331.	O que faz o fenótipo de uma planta ser diferente da outra molecularmente.	+	DB1	(00:22:10) (...) Então, você pode puxar expressão gênica, você pode transitar da Genética Clássica para a Biomol, o que faz o fenótipo de uma planta ser diferente da outra molecularmente? (...)	
332.	Mutação leva gera diversidade	+	PE2	(…) That, on a basic level our DNA are very very similar and yet just small changes in very simple structure of sugar, phosphate and base, very small changes creates this diversity of life (00:02:25) and then leads to evolution (…)	
333.	Mutação gera evolução	+	PE2	(…) That, on a basic level our DNA are very very similar and yet just small changes in very simple structure of sugar, phosphate and base, very small changes creates this diversity of life (00:02:25) and then leads to evolution (…)	
334.	Participação em situações que envolvam a predição das consequências para um organismo das mudanças no DNA de um gene	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
335.	Conexões entre a Genética Molecular e a	+	PB5	PB5: (00:11:49) (...) Então, por exemplo, para Mendel, eu estou reproduzindo o	

Genética Clássica			trabalho de Mendel na instituição, e aí eu estou tentando fazer algumas coisas do tipo juntar a clássica com a molecular, por que isso é um projeto mais a longo prazo, mas já para tentar vislumbrar um caminho que consiga unificar as duas linhas, que normalmente nos livros, assim, são duas coisas muito segmentadas. É clássica, clássica, clássica, aplicações da Genética. Aí vem lá clonagem molecular, não sei o que... E o cara fica: "Putz! Mas qual é a relação de um com o outro?" (...) (00:31:56) (...) Acho que os conceitos clássicos de Genética Clássica são mínimos que o aluno tem que entender, por exemplo, padrão de herança monogênica, digênica, e você daí puxar o molecular e mostrar por exemplo, as interações.	
	+	DB1	(00:22:10) Então, você pode puxar expressão gênica, você pode transitar da Genética Clássica para a Biomol, o que faz o fenótipo de uma planta ser diferente da outra molecularmente? É aí que vai, então, de conseguir não deixar as áreas estanques e tentar fazer a ida e a volta, aí, né? (…)	(00:26:33) (...) Eu acho que o ideal é você conseguir fazer a ida e a volta mostrando que o DNA é o material genético, então que o DNA de um alelo é muito parecido com o DNA do outro, mas tem algumas modificações, então, apesar de Mendel não ter visto isso, você pode puxar para Biomol, porque às vezes o cara não vê, né? (...) (00:27:50) (...) Então, se você ficar pulando da Genética para Biomol, e não ficam duas áreas estanques, que parece que são duas áreas..., que vai ficando com compartimentos

				na cabeça de...
	+	DB5	(00:41:33) Então, essa integração da Genética Clássica com a Biologia Molecular, principalmente para o pessoal enxergar no núcleo ou nos cromossomos como é que esse material genético está organizado, é muito importante.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
336. Aplicações da Genética / Biotecnologia	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)". (00:06:30) E: E fora isso, tem mais algum conteúdo que o senhor acha que é essencial, que eles não poderiam sair sem, mesmo com pouco tempo? (00:06:30) PB4: A parte que precisa aí... Alguns livros que eu andei consultando falam muito sobre as tecnologias recentes. (...) Mas tem muitas novidades, sobre Genética, o genoma ... (00:07:04) E: E o senhor acha que é importante isso. É essencial, por exemplo[, o... (00:07:05) PB4: (Ah, é importante, né?)] São informações para o aluno sair realmente crítico. Tecnologias, é::::..((pausa longa))	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)". (00:06:30) E: E fora isso, tem mais algum conteúdo que o senhor acha que é essencial, que eles não poderiam sair sem, mesmo com pouco tempo? (00:06:30) PB4: A parte que precisa aí... Alguns livros que eu andei consultando falam muito sobre as tecnologias recentes. (...) Mas tem muitas novidades, sobre Genética, o genoma ... (00:07:04) E: E o senhor acha que é importante isso. É essencial, por exemplo[, o... (00:07:05) PB4: (Ah, é importante, né?)] São informações para o aluno sair realmente crítico. Tecnologias, é::::..((pausa longa)) ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e

				adquiridas))
	+	PB5	00:08:48) (...) E tem uma parte que não tem escapatória que é a parte das aplicações da Genética. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)). (00:43:40) PB5: (...)Aqui o pessoal faz eletrônica, mecânica. Então, foi como eu estava te falando, não é... (00:44:28) Mas aí quando você começa a, por exemplo, misturar tecnologia, por isso que eu te falei, que eu acho que as técnicas são legais. Eles começam de alguma forma a juntar tipo, por exemplo, um sequenciador automático é um aparelho, um aparelho! Que trabalha para mim na Genética, me dá uma sequência de nucleotídeos, mas então eles... Eu acho que isso aproxima. Entendeu? Então, por exemplo, falar de uma eletroforese, falar de campo elétrico, e não sei que, e aí tem a fonte e a voltagem, isso de certa forma pode parecer a coisa mais estranha do mundo falar isso, mas quando a gente começa a falar de assuntos de que de alguma forma aproximam aquele tema que é Genética com mais ou menos as áreas de interesse, você percebe que eles dão uma: Putz! Mas então... (00:45:15). (...) “Ah!” Então, por isso que eu acho que é uma linguagem, a linguagem das técnicas, e aí no nosso caso é Genética, podia ser qualquer outra, é uma linguagem mais próxima da idade dos alunos. A gente meio... Eu acho que há muito professor que substima os alunos porque acha que vai ter

				que dar o detalhe da técnica e na verdade não consegue puxar a técnica para o que ela pode...entendeu? Aproximar o aluno para o tema em si.
	+	PB6	(00:20:44) E: E por exemplo, esses conteúdos mais novos que estão surgindo agora em decorrência das novas tecnologias, da Nova Genética? (00:20:52) PB6: É basicamente são dois, clonagem e transgênicos. (...) (00:21:21) E: Certo. E o senhor acha que, por exemplo, eles são básicos, os alunos não podem sair do Ensino Médio sem ouvir falar sobre eles, ou o senhor acha que eles são secundários, são interessantes, são importantes, mas não são essenciais. Por exemplo, se o aluno sair daqui sem sabê-los, ele vai ainda assim se tornar um cidadão crítico. Como o senhor enxerga isso? (00:21:48) PB6: Não... eu acho que eles têm que ser ensinados, eles têm que saber isso. (...)	00:21:10) PB6: Eles são importantes, são importantes, são importantes e fazem parte do dia-a-dia deles. Eles ouvem falar dessa batalha para aprovar o trabalho com células-tronco.
	+	DB1	(00:08:04) E: (...) Com relação à Biotecnologia, o que está sendo descoberto agora, seria conveniente abordar no Ensino Médio? (00:08:18) DB1: Eu acho que alguns tópicos é interessante (...).	
	-	DB2	((00:08:14) DB2: (...) Então, quando eu digo, vamos voltar ao exemplo dos	((00:08:14) DB2: (...) Então, quando eu digo, vamos voltar ao exemplo dos transgênicos,

	[redacted]		transgênicos, eu vou dar uma tecnologia nova que é a da construção do transgênico, propriamente dito, agora eu tenho que entender o que é essa construção, como é que eu faço essa construção, como é que eu pego um gene de um local e passo para o outro. (...) (00:10:01) (...) Eu nem acho que o aluno do Ensino Médio precisa saber essas modernidades aí de... é...	eu vou dar uma tecnologia nova que é a da construção do transgênico, propriamente dito, agora eu tenho que entender o que é essa construção, como é que eu faço essa construção, como é que eu pego um gene de um local e passo para o outro. (...) Eu nem acho que o aluno do Ensino Médio precisa saber essas modernidades aí de... é... (00:10:01) Você me perguntou o básico, tá. Aí o básico tem limites. Eu acho assim, o básico para Ensino Médio é isso é ele entender a localização, o funcionamento e a segregação do material hereditário. Tá? Se ele entender isso ele já tem condições de ouvir algo novo e de tentar fazer alguma correlação a mais na cabeça. Não significa necessariamente que todas essas coisas novas precisam ser dadas no Ensino Médio. Eu acho que o aluno ainda não tem maturidade para entender isso na sua plenitude. E aí tem um outro problema, tudo que ele escuta, de uma maneira rápida, de uma maneira não compreensível, de uma maneira, assim, vamos dizer burocrática, porque vai cair no vestibular, por exemplo, ele acha de alguma maneira que sabe. Ele fica até meio resistente a aprender isso de uma maneira mais profunda e mais correta. Eu vejo isso pelos próprios alunos de Biologia que chegam aqui. (...) (00: 11:39) (...) eu acho que tem aí um limite tênue

				entre, ah não isso aqui é importante o aluno já ter ouvido falar, até que ponto isso é benéfico ou não para o aprendizado dele. Eu acho que, na minha opinião, o Ensino Médio deveria se preocupar em deixar essa base muito bem fundamentada em qualquer aluno. Certo ? (...) (00:19:56) (…)Porque são duas aulas por semana, só. Daí eu achar que o básico é simplesmente o básico ((risos)). Aquele mais clássico, está certo?
	-	DB3	(00:04:45) (…) Então, nesse momento a Genética ((provavelmente se refere aos docentes responsáveis pela disciplina Genética)) optou por, o que vamos fazer, vamos continuar tentando dar conteúdo, informação atualizada, ou vamos dar o básico? O que significava o básico nesse momento? Significava ele ter muito firme, muito claro para ele, o que é Genética, o que é hereditário, o que é genótipo, o que é fenótipo, né? E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né?	(00:04:45) (…) houve uma explosão de informação a partir de 70, 80 para cá, né? Então, tanto em Genética como em Genética Molecular uma grande explosão de informação de fácil acesso, né?, tanto na mídia popular como na especializada se tornou praticamente impossível você abordar os temas atuais, porque é uma quantidade muito grande. Então, nesse momento a Genética ((provavelmente se refere aos docentes responsáveis pela disciplina Genética)) optou por, o que vamos fazer, vamos continuar tentando dar conteúdo, informação atualizada, ou vamos dar o básico? O que significava o básico nesse momento? Significava ele ter muito firme, muito claro para ele, o que é Genética, o que é hereditário, o que é genótipo, o que é fenótipo, né? E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias

				informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos (…). (00:16:00) (…) Mesmo isso que se fala: "Bom, vou perguntar para eles se é ético, se não é ético, fazer uma terapia gênica nas células germinativas". Será que ele vai precisar saber tudo como é uma terapia gênica, ou ele vai entender o necessário, para poder julgar isso, né? Você está me perguntando como criar um cidadão ético, crítico, né? Será que precisa realmente? Hoje a moda é célula-tronco , ontem era fazer transgênico, se você for perseguir isso dessa forma, você nunca vai estar em dia com a coisa né? (…)
	-	DB6	E: O pessoal fala muito que é importante ensinar transgênicos, Projeto Genoma, sobre temas atuais envolvendo Biotecnologia. O que a senhor acha a respeito disso? Porque eu encontrei opiniões diversas a respeito da inclusão ou não desses tópicos. (0018:45) DB6: Eu vou se muito honesta.	E: O pessoal fala muito que é importante ensinar transgênicos, Projeto Genoma, sobre temas atuais envolvendo Biotecnologia. O que a senhora acha a respeito disso? Porque eu encontrei opiniões diversas a respeito da inclusão ou não desses tópicos. (0018:45) DB6: Eu vou ser muito honesta.

			Infelizmente eu acho que é um grupo seleto muito pequeno de estudantes do Ensino Médio para os quais a gente de fato daria conta de explicar como se constrói um transgênico, como se faz um Projeto Genoma Humano. Seriam poucos alunos que eu acho, infelizmente uma população um pouco elitizada teria condições de fato de compreender com clareza todas essas coisas. Essas coisas são difíceis para um aluno, se ele não entendeu o código genético, se ele não entender como que o DNA se duplica, se ele não entender como é que o DNA transcreve o RNA mensageiro, vai ser difícil ele compreender, qual a importância de um sequenciamento do genoma, como é que você vai construir um transgênico... colocar um gene externo num vetor com plasmídeo colocar isso em outra célula. Isso não é trivial se o aluno não tiver entendido muito bem esses aspectos básicos que eu estou colocando. (00:19:43) Código genético, transcrição, tradução... tudo isso o aluno tem que ter uma visão muito clara para conseguir chegar nesse passo de entender o que que é um Projeto Genoma, o que que é um transgênico. Então, eu acho que deve ser introduzido desde que o professor perceba que esse enxoval básico é dominado. Ele pode oferecer, não vejo por que não. Eu acho que se o aluno está ávido em saber eu	Infelizmente eu acho que é um grupo seleto muito pequeno de estudantes do Ensino Médio para os quais a gente de fato daria conta de explicar como se constrói um transgênico, como se faz um Projeto Genoma Humano. Seriam poucos alunos que eu acho, infelizmente uma população um pouco elitizada teria condições de fato de compreender com clareza todas essas coisas. Essas coisas são difíceis para um aluno, se ele não entendeu o código genético, se ele não entender como que o DNA se duplica, se ele não entender como é que o DNA transcreve o RNA mensageiro, vai ser difícil ele compreender, qual a importância de um sequenciamento do genoma, como é que você vai construir um transgênico... colocar um gene externo num vetor com plasmídeo colocar isso em outra célula. Isso não é trivial se o aluno não tiver entendido muito bem esses aspectos básicos que eu estou colocando. (00:19:43) Código genético, transcrição, tradução... tudo isso o aluno tem que ter uma visão muito clara para conseguir chegar nesse passo de entender o que que é um Projeto Genoma, o que que é um transgênico. Então, eu acho que deve ser introduzido desde que o professor perceba que esse enxoval básico é dominado. Ele pode oferecer, não vejo por que não. Eu acho que se o aluno está ávido em saber eu acho

			acho que a gente tem que dar, mas não adianta ficar discutindo... como que eu posso dizer... ficar reproduzindo discursos xiitas de telejornal sobre transgênicos se o aluno sequer tem capacidade de entender como é que um transgênico é construído.	que a gente tem que dar, mas não adianta ficar discutindo... como que eu posso dizer... ficar reproduzindo discursos xiitas de telejornal sobre transgênicos se o aluno sequer tem capacidade de entender como é que um transgênico é construído. 00:29:48) (...)Você vê jogos de palavras terríveis na imprensa para manipular a opinião pública, entendeu? Aí vai chegar lá um aluninho do Ensino Médio "Professora, é verdade que célula-tronco dá câncer?" Será que o professor está apto para responder isso? É duro, né? O nosso mundo é muito duro. O professor tem que estar muito ligado (00:30:49) para falar dessas coisas.
	+	PE2	(00:11:54) E: (…) But all the students must learn about what is cloning, about… (00:12:24) PE2: genetic engineering, cloning, how we are using gene therapy to treat diseases, we focus on all those.	

	+	PE4	(00:01:00) (…) And I think for most students right now that's about where we need to be, so they can understand critical issues like stem cell research and cloning, so they can understand what's actually happening with all of this issue because they need to vote on them and they need understand, you know, the different aspects from the scientists to the critical people, you know, so they need to have the basic understanding. (…) (…) (00:03:51) E: So do you think that Biotechnology is important? You said about cloning… (00:04:00) PE4: I think it's very important. (…) (00:05:06) PE4: So the major issues that are coming up or the major things in Biotechnology I'm not probably honest as well as I should I need to spend more time giving them that. I think that you can't really say one is more important than another because they're all going to impact us in some way and I want them to have a basic knowledge of what all of these different things are or at least be up to strap the knowledge I give them to apply it in other areas. Has that answered?	(00:01:00) (…) And I think for most students right now that's about where we need to be, so they can understand critical issues like stem cell research and cloning, so they can understand what's actually happening with all of this issue because they need to vote on them and they need understand, you know, the different aspects from the scientists to the critical people, you know, so they need to have the basic understanding. (…) (…) (00:03:51) E: So do you think that Biotechnology is important? You said about cloning… (00:04:00) PE4: I think it's very important. (…) (00:04:00) (…) I think as they learn more and more about DNA and being able to determine traits for people, I think we're headed to the point on that doctors could build your baby, I mean they could say "You want a blond hair, blue eyes, black skin and…" you know…and make that. And I think they need to understand the pros of that and the cons of that because we need diversity we can't all decide what do we wanna have and so I think that they need to realize that even when we may get that technology is it really simply (new what we) want to implement. (…)

				(00:05:06) PE4: So the major issues that are coming up or the major things in Biotechnology I'm not probably honest as well as I should I need to spend more time giving them that. I think that you can't really say one is more important than another because they're all going to impact us in some way and I want them to have a basic knowledge of what all of these different things are or at least be up to strap the knowledge I give them to apply it in other areas. Has that answered?
	+	PE5	((Verificar conteúdos incluídos))	(00:09:19) (…) I didn't, you know, I've been teaching for about ten years and I haven't taught up to this extent until the last previous three or four years just because we keep hearing more and more about that. And I think that for the kids to understand stuff is important not just to know it, but it's important because this is the stuff they're gonna be facing, they are gonna have kids in ten, fifteen years and these are the issues that are going to be happening, we (call) pretty much everything, (but) human so far… you know… and we are getting to the point where diseases are gonna be, even to be stopped and you can go inside and decide if you want your baby to be born with that blue eyes… I mean these are decisions they are

				gonna have to make in their lives so they'd better be informed about them.
	-	PE6	(00:14:42) E: These teachers that told me they disagree on it, they told me that students have difficulties to understand Genetics so it's better to stay in the basic contents about Mendel laws, about basic things about Genetics than go to Biotechnology, students will be confused and won't learn anything because it's so much content. What do you think about this opinion? (00:15:34) PE6: I like that opinion, I like the idea in just staying with the basic. The basic is fundamental, the basic is the foundation. And so I do agree with that thinking. But then again there are different students and depending on the type of students that you have, if you have students that really… If as a teacher you believe they're prepared to learn a little bit about the Biotechnology than I believe as a teacher you should take them there. But the most important that should be covered it's just the basics on Genetics.	(00:14:42) E: These teachers that told me they disagree on it, they told me that students have difficulties to understand Genetics so it's better to stay in the basic contents about Mendel laws, about basic things about Genetics than go to Biotechnology, students will be confused and won't learn anything because it's so much content. What do you think about this opinion? (00:15:34) PE6: I like that opinion, I like the idea in just staying with the basic. The basic is fundamental, the basic is the foundation. (…) And so I do agree with that thinking. But then again there are different students and depending on the type of students that you have, if you have students that really… If as a teacher you believe they're prepared to learn a little bit about the Biotechnology than I believe as a teacher you should take them there. But the most important that should be covered it's just the basics on Genetics.
	+	DE1	(00:07:05) E: About Biotechnology, do you also think it is important? (00:07:16) DE1 Yes, I don´t… I guess (that I) put that out. Biotechnology and understanding Biotechnology is important. Typically when I teach a course I don't	(00:11:12) (…) I would say Biotechnology is kind of important to teach, if you go read the newspaper, go read general news magazines they talk about it. It is not something that they won't encounter, it is out there. The question is if they understand what is being

			really teach a separate section on Biotechnology trying to incorporate some of that into these four different areas. So if I'm talking about mutations, for example, I'll talk about ways that the mutations may be detected. (00:07:51) So, if you're talking about things such as how do you go about detecting every abnormalities in the fetus, you can do amniocentesis and chorionic villus sampling would be an for example, and cariotype analysis… and… you know… what level of detection is that and cross chromosomes abnomalities. If you are looking for a single gene mutation you can do PCR, southern blotting, or restriction enzymes. But I try to incorporate that kind of knowledge into the four of the other things I was talking about. (00:08:30)E: I am questioning that because it is a polemic topic in my research because some professors think it is important, some don't. Then, you think it is important, right? (00:08:50) DE1: uhum. I think it is important. I don't, for a high school student to go out and perform Biotechnology. I think that wouldn't be important. But I understand, some aspects yes, I would say it is very important.	presented to them.
	+	DE2	(00:04:17) E: What about Biotechnology, do you think it's important to them to learn it at High School? Because we always have a	(00:04:17) E: What about Biotechnology, do you think it's important to them to learn it at High School? Because we always have a

			new knowledge in Genetics, a new application. Is it important to them to know about Biotechnology? And if so, what is important? (00:04:56) DE2: Yes, I think it is important but a lot of classes that teach the technology and even in my own lab we talk about technology and for it we were focusing on the technology as opposed to answering the question that you are trying to solve with the technology and I think too much attention is paid to the technology instead of talking about the real questions that are going to be solved with the technology.	new knowledge in Genetics, a new application. Is it important to them to know about Biotechnology? And if so, what is important? (00:04:56) DE2: Yes, I think it is important but a lot of classes that teach the technology and even in my own lab we talk about technology and for it we were focusing on the technology as opposed to answering the question that you are trying to solve with the technology and I think too much attention is paid to the technology instead of talking about the real questions that are going to be solved with the technology. That's just a means to the end, it is not about the technology. Now I understand that technology sometimes interest students that only way that they really keep them engaged and I'm not about using that for that reason. (00:05:38) But I think we lose at the same time, some of that we were trying to get to know.
	+	DE3	((ver conteúdos inclusivos)) (00:00:30) (…). So, I think that it is just therefore important that students have, you know, some of the very basic things that are happing in the high school level. I think transgenic animals is one of them, I think stem cells is another thing. Cloning both at the DNA level and the organism level which will revolutionize this thing I saw… you	(00:00:30) DE3: See, I think Biology and Biomedical Sciences, are growing very very fast, It's almost like Industrial Revolution that we saw seven hundred years ago. It's just even faster now this kind of revolution in two areas one is in Biology and another one is in Electronics because the technology is moving really really really fast, so fast that the legal and religious systems cannot keep

			know… transgenic animals are another area. (…)	up with it So I think that it is just therefore important that students have, you know, some of the very basic things that are happing in the high school level. I think transgenic animals is one of them, I think stem cells is another thing. Cloning both at the DNA level and the organism level which will revolutionize this thing. I saw… you know… transgenic animals are another area. So they should know this because I think they are gonna get in contact every day. (00:01:42) Many times they will have trouble looking at it and they won't understand what it is so it is easy to be afraid of and not go there. (…) (00:02:04) DE3: (…) But I think this is important, young people should know what these things are, what are the benefits of it, what are the possible harms. This is not technology, you can take any good of technology and can be used for a good purpose and a bad purpose. I think that knowledge is very very essential in high school level not only in the United States but (all other places). (00:06:29) (…) if you don't keep up with the new things you don't survive. (00:07:20) The best example is … in the US and some of the western of the countries, some of the Eastern and African countries where people

				can’t keep up with their technology, you see how behind they are and here we keep up with that don’t matter how young or how old we are that something comes up… you know, you have to keep up with technology. But learning technology at the high school level, I don’t think that’s important. They should have the basic concepts. So as the technology comes they can absorb it and understand it. (00:07:55) E: Would you like to justify more why these topics you selected are important? (00:08:20) DE3: No, I think that I said that because encounter technology everyday and if they don’t really have an understanding of it at least as an educated person then it will be very very difficult for the whole society to move in that direction.
	+	DE4	(00:12:57) E: Yeah, and I would also like to ask one more question. In Brazil, some interviewees said that it is not a good idea to teach Biotechnology at High School, because if so they come to university without knowing anything, they do not know Biotechnology and they not know the basic knowledge of Genetics as Mendelian laws and other basic concepts of Genetics. What do you think about it? Must Biotechnology be taught or not at high school? (00:14:01) DE4: That’s a good question. I think it’s important to teach students	00:12:57) E: Yeah, and I would also like to ask one more question. In Brazil, some interviewees said that it is not a good idea to teach Biotechnology at High School, because if so they come to university without knowing anything, they do not know Biotechnology and they not know the basic knowledge of Genetics as Mendelian laws and other basic concepts of Genetics. What do you think about it? Must Biotechnology be taught or not at High School? DE4 (00:14:01) That’s a good question. I think it’s important to teach students

			something so that they can understand big issues of the day and certainly Biotechnology is a big issue. (…) (00:16:07) I think we might talk about the issues broadly but the details about how that engineering is accomplished would be way too sophisticated for high school students. (…)	something so that they can understand big issues of the day and certainly Biotechnology is a big issue. People read about it in the newspaper on a regular basis if they read the newspaper or hear about it in the news (…) (00:15:00) but more broadly, of course, Biotechnology is advanced too, including the engineering of eukaryotic organisms so it's very important to agriculture, so we engineer genes in the plants that we think will improve their economic value to us. We do the same thing with domestic animals. So, sort-of-that aspect of genetic engineering is an important issue in society because the more we start to play God the more possibilities that we can make some mistake, I don't think that's a big issue but a lot of people think that playing around this areas could lead to some mistakes. So, I suppose we could. (00:16:07) So, I can imagine that when we would put some sort of gene into a "crop plant" to make it resistant to an insect pest, and that plant would breed with a relative growing in the wild in the ditch next to it and that gene then gets into the population plants that was a weed or something, and then that plant could take over because they would be free of this pest. There is a lot of room for unintended consequences**.** Anyway, that type of genetic manipulation is one area of

				Biotechnology (…) (00:17:03) If I think about Biotechnology, there is a lot of work now in reproductive technology, especially with mammals, where we have a potential to cloning individuals. And that of course has all kinds of ethical issues swirling around it. And I think that's probably something where, once again, it would be important to engage high school kids on issues, but the technology that are in: how you clone a dog, how and why might that be different from cloning a human being, what are the technical obstacles to doing that successfully, that's too much for high school kids. (00:17:59) But I don't think it would be too difficult to talk about some broader issues and what it might mean. Not ever having thought about how I would engage high school youngsters on that issue, I'm not sure how I might go around it if it was my responsibility, but I don't think I would shy away from it. I would not shy away from it because I thought it was too complicated issues, so much as I think it is something important for people to have - some accurate information about - before they come to society as voters, people in position of public responsibility where they make decisions of things of that sort (00:19:04) I haven't talked about biotechnological issues regarding your question originally. That is

				prety much off the topic in my head. I guess when I think about Genetics I don't think so much about Biotechnology. As an evolutionary biologist I am fascinated by the diversity of genetic processes that is out there. (…)
	+	DE5	(00:05:07) DE5: (…) (00:06:00) Ok we can manipulate genes, even going to start trying to do gene therapy, trying to force certain types of mutations and what's happening with that and what is a consequence for not just the person but potentially inherited after that. Lot of things are relative… (00:06:38) E: So, do you also think that Biotechnology is important to teach at High School? (00:06:44) DE5: Yes, I do.	(00:10:45) DE5: I think it's important to teach that, at least an introductory level in High School. If for nothing else, this may be the only time that people hear about these things, and structurally. And if they don't go to college, and they don't take anymore Biology and they are voting citizens… I mean that's what it comes down to, is: what's important for scientific literacy. It is each person that is a citizen in our society, who has to make and form decisions and there's so many places to get information from the media, from movies, from… you know… the newspaper and many of those venues present misconceptions because they're very slanted towards somebody's view and they may misrepresent the science behind it. (00:11:49) Nothing in High School is necessarily going to get a full understanding, a sophisticated understanding, but I think it's important that they understand the basics and get introduced to resources for further information that's appropriate and become aware of different sources that can teach, the

				information that they're getting and appropriate media, those kinds of things. Because these are people who are making decisions about things that they need to have some understanding of. (…) (00:13:16) we've talked about stem cells we've just been a long time talking about stem cells because it was on the voting ballot last year and students in my class voted to either support stem cell research or not and I thought it was important that we had this conversation to see what they knew about this and they really knew nothing about what it was about and then they had heard it on the news and so that really got me thinking about what I would like to see them having in High School because if they didn't come through our classes here what have they learned? So at least have an introduction. (…) (00:14:32) (…) And so those are things that can be discussed in the basic, basic Science can be taught at a high school level, that students are sophisticated enough to handle it. Those types of things I find more important than having them doing the genetics problems and multiple Punnett square and tall pea plants crossed by short pea plants what do we get? That's a good introduction but now let's help them take that and use it with a real world

				application…
	+	DE6	(00:12:09) (…) And I wrote two things here, one I just called technology, they need to appreciate with maybe a few examples the part of Biotechnology that's focused on gene existence. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética)) (00:19:42) (…) but to know enough about the technology per se so that when those discussion come, to understand that technology exists. (...)
337. Células-tronco	+	PB6	(00:20:44) E: E por exemplo, esses conteúdos mais novos que estão surgindo agora em decorrência das novas tecnologias, da Nova Genética? (00:20:52) PB6: É basicamente são dois, clonagem e transgênicos. (00:20:53) E: É transgênicos, células-tronco, basicamente são esses... O senhor acha que esses conteúdos, eles são secundários, de repente eu não sei se o senhor acho que têm alguma importância, talvez tenha alguma importância... (00:21:10) PB6: Eles são importantes, são importantes, são importantes e fazem parte do dia-a-dia deles. Eles ouvem falar dessa batalha para aprovar o trabalho com células-tronco.	(00:21:10) PB6: Eles são importantes, são importantes, são importantes e fazem parte do dia-a-dia deles. Eles ouvem falar dessa batalha para aprovar o trabalho com células-tronco.
	+	DB1	(00:08:32) E: O que seria importante? Que tópicos? (00:08:35) DB1: É. Você tem aí coisas que estão na mídia falando de células-tronco (...)	(00:08:32) E: O que seria importante. Que tópicos? (00:08:35) DB1: É. Você tem aí coisas que estão na mídia falando de células-tronco, de alguma forma você poderia abordar, transgênico... Eu acho que são assuntos que

				estão na mídia que chamam a atenção, que a pessoa..., genoma, enfim, que podem motivar o aluno para estudar né (...)
	-	DB3	(00:18:07) DB3: (...) Então, quando surgiu a terapia gênica, Era saber: "Olha, eu enfio um gene lá consertado, e aí conserta. Será que é isso? Agora, célula-tronco . O que é célula-tronco , né? Porque está sendo tão debatido? Será que não tem condições de saber isso sem ser dentro de sala de aula? Se ele tiver uma base sólida, ele tem condições sim de entender o que fez, do que se trata. Não acho que o curso do Ensino Médio deva ser, ou pretenda ser, ou tenha que ser um dia, um dicionário. Eu acho que ele tem que ser sim uma base sólida de conceitos básicos de Genética que, embora tenha mais de 100 anos, são eles que são válidos ainda.	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
	+	DB4	(00:10:40) (...) É, então, se dá para pensar em módulos, em blocos tem que ter um bloco transgênicos, tem que ter um bloco célula-tronco, tem que ter o bloco doenças, câncer, talvez, e um bloco melhoramento genético para alimento (...).	(...) (00:04:41) Então, a primeira e fundamental questão, o norte que eu penso que tem que estar guiando uma reflexão sobre o que trabalhar no Ensino Médio é a questão de vincular os conteúdos com a vida cotidiana e com a prática que os alunos possuem, porque a gente sabe que eles ficam muito pouco motivados por um ensino de conceitos, de conteúdos que não tem relação com, que eles não conseguem visualizar em relação com sua vida prática. (...)
	+	PE4	(00:01:00) (…) And I think for most students right now that's about where we	(00:01:00) (…) And I think for most students right now that's about where we need to be,

			need to be, so they can understand critical issues like stem cell research and cloning, so they can understand what's actually happening with all of this issue because they need to vote on them and they need understand, you know, the different aspects from the scientists to the critical people, you know, so they need to have the basic understanding. (…)	so they can understand critical issues like stem cell research and cloning, so they can understand what's actually happening with all of this issue because they need to vote on them and they need understand, you know, the different aspects from the scientists to the critical people, you know, so they need to have the basic understanding. (…)
	+	DE3	(00:00:30) (…). So, I think that it is just therefore important that students have, you know, some of the very basic things that are happing in the high school level. I think transgenic animals is one of them, I think stem cells is another thing. Cloning both at the DNA level and the organism level which will revolutionize this thing I saw… you know… transgenic animals are another area. (…)	(00:00:30) DE3: See, I think Biology and Biomedical Sciences, are growing very very fast, It's almost like Industrial Revolution that we saw seven hundred years ago. It's just even faster now this kind of revolution in two areas one is in Biology and another one is in Electronics because the technology is moving really really really fast, so fast that the legal and religious systems cannot keep up with it So I think that it is just therefore important that students have, you know, some of the very basic things that are happing in the high school level. I think transgenic animals is one of them, I think stem cells is another thing. Cloning both at the DNA level and the organism level which will revolutionize this thing. I saw… you know… transgenic animals are another area. So they should know this because I think they are gonna get in contact every day. (00:01:42) Many times they will have trouble looking at it and they won't

				understand what it is so it is easy to be afraid of and not go there. (…) (00:02:04) DE3: (…) But I think this is important, young people should know what these things are, what are the benefits of it, what are the possible harms. This is not technology, you can take any good of technology and can be used for a good purpose and a bad purpose. I think that knowledge is very very essential in high school level not only in the United States but (all other places).
	+	DE5	(00:06:46) E: And what topics in Biotechnology? (00:06:52) DE5: (…) The big issue now with stem cell research, where stem cells come from, what are they able to do, and the purpose of isolating and manipulating stem cells, that's very misunderstood by the general public. It's just basic, Cell Biology and relates to genetic stuff also so I think those are important things. (…)	(00:14:32) (…) And so those are things that can be discussed in the basic, basic Science can be taught at a high school level, that students are sophisticated enough to handle it. Those types of things I find more important than having them doing the genetics problems and multiple Punnett square and tall pea plants crossed by short pea plants what do we get? That's a good introduction but now let's help them take that and use it with a real world application…
338. Origem das células-tronco	+	DE5	(00:06:46) E: And what topics in Biotechnology? (00:06:52) (…) The big issue now with stem cell research, where stem cells come from, what are they able to do, and the purpose of	(00:14:32) (…) And so those are things that can be discussed in the basic, basic Science can be taught at a high school level, that students are sophisticated enough to handle it. Those types of things I find more

			isolating and manipulating stem cells, that's very misunderstood by the general public. It's just basic, Cell Biology and relates to genetic stuff also so I think those are important things. (…)	important than having them doing the genetics problems and multiple Punnett square and tall pea plants crossed by short pea plants what do we get? That's a good introduction but now let's help them take that and use it with a real world application…
339. O que as células-troco são capazes de fazer	+	DE5	(00:06:46) E: And what topics in Biotechnology? (00:06:52) (…) The big issue now with stem cell research, where stem cells come from, what are they able to do, and the purpose of isolating and manipulating stem cells, that's very misunderstood by the general public. It's just basic, Cell Biology and relates to genetic stuff also so I think those are important things. (…)	(00:14:32) (…) And so those are things that can be discussed in the basic, basic Science can be taught at a high school level, that students are sophisticated enough to handle it. Those types of things I find more important than having them doing the genetics problems and multiple Punnett square and tall pea plants crossed by short pea plants what do we get? That's a good introduction but now let's help them take that and use it with a real world application…
340. Qual é o objetivo de isolar e manipular células-tronco	+	DE5	(00:06:46) E: And what topics in Biotechnology? (00:06:52) DE5: In Biotechnology I think just some of the basic things such as (…) all that big issue now with stem cell research, where stem cells come from, what are they able to do, and the purpose of isolating and manipulating stem cells, that's very misunderstood by the general public. (…)	(00:14:32) (…) And so those are things that can be discussed in the basic, basic Science can be taught at a high school level, that students are sophisticated enough to handle it. Those types of things I find more important than having them doing the genetics problems and multiple Punnett square and tall pea plants crossed by short pea plants what do we get? That's a good introduction but now let's help them take that and use it with a real world application…

341. Células-tronco como recurso para cura de todas as doenças.	-	DB1	(00:08:35) (...) Agora tem que se tomar o cuidado de não se entulhar o aluno de informação de uma forma que ele pense que aquilo é uma verdade, que aquilo. Uma coisa que às vezes que eu acho que acontece, às vezes na mídia e aí que é uma coisa que a gente não consegue muito é criar essa panacéia, células-tronco, vai achar que vai curar todas as doenças no dia seguinte. Sabe que não é. É um processo que talvez, que a gente não sabe quando, porque é difícil, porque, por exemplo, se a gente soubesse que iria curar alguma doença, já estaria sendo feito.	
342. Mutações podem ser induzidas pela Biotecnologia	+	DE5	(00:06:00) Ok we can manipulate genes, even going to start trying to do gene therapy, trying to force certain types of mutations and what's happening with that and what is a consequence for not just the person but potentially inherited after that. Lot of things are relative…	
343. Consequências das mutações que podem ser induzidas pela Biotecnologia para o indivíduo	+	DE5	(00:06:00) Ok we can manipulate genes, even going to start trying to do gene therapy, trying to force certain types of mutations and what's happening with that and what is a consequence for not just the person but potentially inherited after that. Lot of things are relative…	
344. Engenharia Genética	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está

			Genética que tem na proposta ela é importante. (...)”.	embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)”. ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
	+	PE2	(00:12:33) E: So you think it’s important to have a notion of it but not to know the techniques, is it? (00:12:40) PE2: Interesting…Yes. Essentially for the ninth grades I think they need to understand how we are using genetic engineering, what we are using it for, but the technique, they aren’t quite ready to grasp it,	
345. Organismos geneticamente modificados (GMO)	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) “(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)”.	“(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)”. ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
	+	DE4	(00:15:00) (…) Biotechnology is advanced too, including the engineering of eukaryotic organisms so it’s very important to agriculture, so we engineer genes in the plants that we think will improve their economic value to us. We do the same thing	(00:15:00) (…) Biotechnology is advanced too, including the engineering of eukaryotic organisms so it’s very important to agriculture, so we engineer genes in the plants that we think will improve their economic value to us. We do the same thing

			with domestic animals. So, sort-of-that aspect of genetic engineering is an important issue in society because the more we start to play God the more possibilities that we can make some mistake, I don't think that's a big issue but a lot of people think that playing around this areas could lead to some mistakes. So, I suppose we could. (00:16:07) So, I can imagine that when we would put some sort of gene into a "crop plant" to make it resistant to an insect pest, and that plant would breed with a relative growing in the wild in the ditch next to it and that gene then gets into the population plants that was a weed or something, and then that (the weed) plant could take over because they would be free of this pest. There is a lot of room for unintended consequences. Anyway, that type of genetic manipulation is one area of Biotechnology. I think we might talk about the issues broadly but the details about how that engineering is accomplished would be way too sophisticated for high school students. (…)	with domestic animals. So, sort-of-that aspect of genetic engineering is an important issue in society because the more we start to play God the more possibilities that we can make some mistake, I don't think that's a big issue but a lot of people think that playing around this areas could lead to some mistakes. So, I suppose we could. (00:16:07) So, I can imagine that when we would put some sort of gene into a "crop plant" to make it resistant to an insect pest, and that plant would breed with a relative growing in the wild in the ditch next to it and that gene then gets into the population plants that was a weed or something, and then that (the weed) plant could take over because they would be free of this pest. There is a lot of room for unintended consequences. Anyway, that type of genetic manipulation is one area of Biotechnology. I think we might talk about the issues broadly but the details about how that engineering is accomplished would be way too sophisticated for high school students. (…)
346. Transgênicos	+	PB1	(00:07:45) E: Quando você faz este *link* com o dia-a-dia deles o que acaba entrando neste *link*, o que é importante entrar, o que não pode ficar sem entrar neste *link*? (00:07:50) PB1: " Essa parte de transgênicos. (...)	(00:06:35) Você tem que voltar a aula para o dia-a-dia deles, o que eles estão vendo, porque eles tão vendo isso, como é importante ele estar vendo. (...) (00:07:45) E: Quando você faz este *link* com o dia-a-dia deles o que acaba entrando neste *link*, o que é importante entrar, o que não

				pode ficar sem entrar neste *link*? (00:07:50) PB1: Essa parte de transgênicos. Eu brinco com eles: às vezes você vê um tomate grande é importante ele saber que teve um cruzamento. Isso é importante para eles. (...)
	+	PB2	(00:24:19) Mas eu não consigo te falar que eu ensino transgênicos para os meus alunos, ou para um aluno que tem uma aula só...,até no curso da ((menciona a rede pública de ensino referida)) eu tenho um volume só sobre transgênicos, não porque esses alunos vão consumir ou não transgênicos, mas porque eles são um bom exemplo de como lidar com argumentos científicos ou não científicos. (...)	(00:24:19) (...) eu tenho um volume só sobe transgênicos, não porque esses alunos vão consumir ou não transgênicos, mas porque eles são um bom exemplo de como lidar com argumentos científicos ou não científicos. E como eu acho que entender a argumentação científica ou não científica é importante para o cidadão comum, aí eu vou lá e uso transgênicos. Não porque o conteúdo em si é relevante para o cidadão, mas ele é um bom caminho para isso. (...) (00:38:23) ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: 86. Relação entre o comportamento dos cromossomos e os padrões de herança)). ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: 10. Filosofia da Ciência)).
	+	PB3	((Gravação em áudio não autorizada))	((Disse que são importantes, que não dá para fugir deles, estão no dia-a-dia do aluno. Mencionou a soja e os demais alimentos transgênicos. Disse que aborda esses temas superficialmente sem entrar nos mecanismos envolvidos nas técnicas. Menciona que o tema clonagem pode ser abordado durante o ensino do tema núcleo celular)).

	+	PB5	(00:15:02) E: As aplicações que você diz seria, por exemplo, explicar o que seria transgênicos, o que seria...ou não? (00:15:09) PB5: Sim (00:15:10) E: O que seria essas aplicações? (00:15:11) PB5: Eu acho aí são as duas coisas assim, que eu acho que tem que ocorrer em paralelo, porque normalmente a gente trabalha com... quando a gente fala das aplicações, tem o como eu faço, como é feito, né?, como eu faço, o que é um transgênico. Então, isso para mim é fundamental.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
	+	PB6	(00:20:44) E: E por exemplo, esses conteúdos mais novos que estão surgindo agora em decorrência das novas tecnologias, da Nova Genética? (00:20:52) PB6: É basicamente são dois, clonagem e transgênicos. (00:21:21) E: Certo. E o senhor acha que, por exemplo, eles são básicos, os alunos não podem sair do Ensino Médio sem ouvir falar sobre eles, ou o senhor acha que eles são secundários, são interessantes, são importantes, mas não são essenciais. Por exemplo, se o aluno sair daqui sem sabê-los, ele vai ainda assim se tornar um cidadão crítico. Como o senhor enxerga isso? (00:21:48) PB6: Não... eu acho que eles têm que ser ensinados, eles têm que saber isso. (...)	(00:21:10) PB6: Eles são importantes, são importantes, são importantes e fazem parte do dia-a-dia deles. Eles ouvem falar dessa batalha para aprovar o trabalho com células-tronco. (...) (00:21:48) (...) Agora, é claro que é importante, ele ouve falar, ele ouve até na rede Globo falar em células-tronco. Ele ouve falar dessa briga daqueles radicais, por exemplo, no Rio Grande do Sul, que são contra os transgênicos porque eles acham que os transgênicos são carregados de pesticidas, sabe aquelas bobagens todas, né? Eles ouvem isso na televisão. Então, eles querem saber. Mas antes eles tem que ter aquela bagagem para poder entender, porque se não eles se deixam envolver, por questões

				ideológicas, por exemplo. E a Ciência não tem nada com questão ideológica. Certo?
	+	DB1	(00:08:32) E: O que seria importante. Que tópicos? (00:08:35) DB1: É. Você tem aí coisas que estão na mídia falando de células-tronco, de alguma forma você poderia abordar, transgênico... (...)	(00:08:32) E: O que seria importante. Que tópicos? (00:08:35) DB1: É. Você tem aí coisas que estão na mídia falando de células-tronco, de alguma forma você poderia abordar, transgênico... Eu acho que são assuntos que estão na mídia que chamam a atenção, que a pessoa..., genoma, enfim, que podem motivar o aluno para estudar né (...)
	-	DB3	(00:16:00) (…) E também será que o indivíduo realmente, se você perguntar lá fora, o que é um transgênico, se ele não souber isso tudo de molecular será que ele vai saber o que é transgênico? Certo? Basta que ele saiba desmembrar uma palavra trans-gênico. Pronto, acabou, se ele sabe o que é gênico ele sabe o que é transgênico. Não precisa ficaaaar: "transgênico: a técnica faz isso, o DNA enfia cá, não é? (…)	
	+	DB4	(00:07:39) (...) Uma outra frente aí, deveria se abrir em relação, que eu acho, digamos a dois temas, que tem muita relação com o cotidiano e com o que está presente aí na vida atual, vida moderna, que é trabalhar as questões das doenças genéticas, que isso também abre a partir delas, seja para dar andamento, seja para discutir transgênicos e a terceira frente de melhoramento genético onde você pode trabalhar com híbrido, onde	(...) (00:04:41) Então, a primeira e fundamental questão, o norte que eu penso que tem que estar guiando uma reflexão sobre o que trabalhar no Ensino Médio é a questão de vincular os conteúdos com a vida cotidiana e com a prática que os alunos possuem, porque a gente sabe que eles ficam muito pouco motivados por um ensino de conceitos, de conteúdos que não tem relação com, que eles não conseguem visualizar em

			você (começar) é... todos alimentos que estão disponíveis hoje, no mercado, onde eles podem conhecer o modo pelo qual você produz uma melancia sem caroço, coisas desse tipo. (...)	relação com sua vida prática. (...) (00:09:14) Ou seja, eu acho que a grade curricular tem sim que estar centrada nessa questão da aplicação e com a conexão direta com a vida diária que implica em alimento, medicação e tratamento de doença e naturalmente tudo isso precedido de uma base que aproxime, que retome, que religue, conteúdos de divisão celular aprofundando para Genética Molecular. (...)
	+	DB5	(00:22:13) Mas resumindo, pensando nos conteúdos atuais o que for possível passa-los em uma abordagem histórica e particularmente aquilo que vem sendo veiculado... transgênicos. (...)	(00:22:13) (...) Porque vira e meche você escuta falar alguma coisa de transgênicos. Então, para a questão da formação do cidadão ainda que essa pessoa não vá estudar Biologia, nem Bioquímica, ela precisa ter uma ideia. ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
	+	DE3	((Idem 337 células-tronco))	((Idem 337 células-tronco))
	+	DE6	(00:13:06) We have the tools, scientists can clone, isolate clone, change and do transgenic. Understanding DNA is little molecule, is easy to take up out the cells, study, alter and go back so that they understand in essence what transgenic organisms are and some idea of what is happening, that exist simple tools…relatively simple tools for studying DNA in a test tube to allow you to affect living things based on these technologies. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

347. Como se faz um transgênico	+	DB5	(00:23:00) (...) entender o que é um organismo transgênico, quais são as diferenças dele, como é que você gera um transgênico, quais são as semelhanças e as diferenças para variedades de espécies que você encontra na natureza inclusive, vantagens e desvantagens. Isso aí seria muito importante abordar. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
348. Diferença entre transgênicos e não-transgênicos	+	DB5	(00:23:00) (...) entender o que é um organismo transgênico, quais são as diferenças dele, como é que você gera um transgênico, quais são as semelhanças e as diferenças par a variedades de espécies que você encontra na natureza inclusive, vantagens e desvantagens. Isso aí seria muito importante abordar. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
349. Alimentos geneticamente modificados	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)". ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
	+	DE5	(00:14:32) DE5: Other topics that are important to teach? Related to Biotechnology and Genetics would be the genetic modified foods, that's a big issue (…)	(00:14:32) (…) people think "Uh! Genetically modified! it's going to, you know, be weird, it's going to hurt people or it's going to change my genetic make up if I eat this genetic modified tomato". And so

				those are things that can be discussed in the basic, basic Science can be taught at a high school level, that students are sophisticated enough to handle it. Those types of things I find more important than having them doing the genetics problems and multiple Punnett square and tall pea plants crossed by short pea plants what do we get? That's a good introduction but now let's help them take that and use it with a real world application…
350. Alimentos transgênicos	+	PB3	((Gravação em áudio não autorizada))	((Disse que são importantes, que não dá para fugir deles, estão no dia-a-dia do aluno. Mencionou a soja e os demais alimentos transgênicos. Disse que aborda esses temas superficialmente sem entrar nos mecanismos envolvidos nas técnicas. Menciona que o tema clonagem pode ser abordado durante o ensino do tema núcleo celular)).
351. Produção de hormônios (GMO) 352. Produção de vacinas (GMO) 353. Produção de medicamentos (GMO)	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)". ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
354. Engenharia da bactéria	-	DE4	(00:14:01) (…) And you know, when people first started using the term	(00:14:01) (…) And you know, when people first started using the term

			Biotechnology when I was a graduate student in the ‘70s basically what them meant was people had first started to use restriction enzymes to cut off the DNA (of virus) in different pieces of DNA together and so basically that meant sort of engineering in bacteria, researching genes around bacteria. (00:15:00) I think that’s a fairly sophisticated and complex subject for high school students (…)	Biotechnology when I was a graduate student in the ‘70s basically what them meant was people had first started to use restriction enzymes to cut off the DNA (of virus) in different pieces of DNA together and so basically that meant sort of engineering in bacteria, researching genes around bacteria. (00:15:00) I think that’s a fairly sophisticated and complex subject for high school students (…)
355. Limitações em trangênicos	+	DB1	(00:20:26) (...) É uma oportunidade que podia ter em sala de aula, por exemplo, debates para discutir até que ponto, qual é o limite, até onde pode ir, o que pode ser feito, transgênico...	
356. Transgênicos e seus riscos			(Conteúdo inclusivo – Ver tabela X)	
357. Transgênicos e seus benefícios			(Conteúdo inclusivo – Ver tabela X)	
358. Riscos e benefícios da produção de transgênicos	+	DB5	(00:23:00) (...) entender o que é um organismo transgênico, quais são as diferenças dele, como é que você gera um transgênico, quais são as semelhanças e as diferenças para variedades de espécies que você encontra na natureza inclusive, vantagens e desvantagens. Isso aí seria muito importante abordar. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
359. Riscos e benefícios de produtos geneticamente modificados no	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) “(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é	“(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que

	mercado:a legislação brasileira			importante. (...)”.	está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)”. ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
360.	Riscos e benefícios de produtos transgênicos no mercado:a legislação brasileira	+	PB6	00:26:07) (...) Ele precisa saber por que a soja transgênica é importante ou não é importante. Ele precisa saber que aqueles raio daqueles cereais que ele come de manhã, parte deles são transgênicos, mas não está escrito no pacotinho. Por que não está escrito? Às vezes eles perguntam isso: por que não está escrito? Porque o Brasil tem uma legislação ambiental das mais modernas do mundo. Só que no Brasil nós estamos acostumados a não cumprir as leis. As leis são feitas para os outros, nunca para nós. É por isso que ele nunca fica sabendo. Ele não ouve falar. Mas essas coisas tem que ser ensinadas.	
361.	Implicações sociais ligadas aos transgênicos	+	DB5	(00:33:00) Em cima disso, questões éticas relacionadas a, por exemplo, transgênicos. Eu não colocaria nem questões éticas né... implicações sociais dos transgênicos. (...)	(00:33:00) Em cima disso, questões éticas relacionadas a, por exemplo, transgênicos. Eu não colocaria nem questões éticas né... implicações sociais dos transgênicos. (...) Isso aí precisaria ser bastante discutido até para o pessoal começar a ter uma ideia do impacto dessas metodologias no cotidiano das pessoas. (...) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))

362.	Escolha das características dos filhos	+	PE5	(00:02:46) (…) So then we take a step farther and talk about cloning, should we, shouldn't we, we do a whole section with bioethics, (we call it). (00:03:22) E: So, in these sections about bioethics you include cloning… (00:03:27) PE5: We do very tiny that with cloning. More so … like physical alterations with diseases, that sort of thing. (…) And then we want show (…) saying what about eye color and hair color and picking what they want their kid to be, smarter or taller, because a lot of kids will have the answer for those questions soon because there is a lot of this stuff that is covered in the forefront now.	(00:02:46) (…) So then we take a step farther and talk about cloning, should we, shouldn't we, we do a whole section with bioethics, (we call it). (00:03:22) E: So, in these sections about bioethics you include cloning… (00:03:27) PE5: We do very tiny that with cloning. More so … like physical alterations with diseases, that sort of thing. (…) And then we want show (…) saying what about eye color and hair color and picking what they want their kid to be, smarter or taller, because a lot of kids will have the answer for those questions soon because there is a lot of this stuff that is covered in the forefront now.
363.	Prós e contra da escolha das características dos filhos	+	PE4	(00:04:00) (…): I think it's very important. I think as they learn more and more about DNA and being able to determine traits for people, I think we're headed to the point on that doctors could build your baby, I mean they could say "You want a blond hair, blue eyes, black skin and…" you know…and make that. And I think they need to understand the pros of that and the cons of that because we need diversity we can't all decide what do we wanna have and so I think that they need to realize that even when we may get that technology is it really simply (new what we) want to implement.	
364.	Desvantagens da	+	PE4	(00:04:00) (…): I think it's very important. I	

escolha das características dos filhos para a manutenção da diversidade			think as they learn more and more about DNA and being able to determine traits for people, I think we're headed to the point on that doctors could build your baby, I mean they could say "You want a blond hair, blue eyes, black skin and…" you know…and make that. And I think they need to understand the pros of that and the cons of that because we need diversity we can't all decide what do we wanna have and so I think that they need to realize that even when we may get that technology is it really simply (new what we) want to implement.	
365. Clonagem	+	PB3	((Gravação em áudio não autorizada))	((Disse que são importantes, que não dá para fugir deles, estão no dia-a-dia do aluno. Mencionou a soja e os demais alimentos transgênicos. Disse que aborda esses temas superficialmente sem entrar nos mecanismos envolvidos nas técnicas. Menciona que o tema clonagem pode ser abordado durante o ensino do tema núcleo celular)).
	+	PB5	(35:58:00) E: E o que você chamaria de técnicas básicas? Seria o que? (00:36:02) PB5: Sequenciamento de DNA, PCR e Clonagem ((a professora respondeu prontamente)).	
	+	PB6	(00:20:44) E: E por exemplo, esses conteúdos mais novos que estão surgindo agora em decorrência das novas tecnologias, da Nova Genética? (00:20:52) PB6: É basicamente são dois,	(00:21:10) PB6: Eles são importantes, são importantes, são importantes e fazem parte do dia-a-dia deles. Eles ouvem falar dessa batalha para aprovar o trabalho com células-tronco.

			clonagem e transgênicos. (00:21:21) E: Certo. E o senhor acha que, por exemplo, eles são básicos, os alunos não podem sair do Ensino Médio sem ouvir falar sobre eles, ou o senhor acha que eles são secundários, são interessantes, são importantes, mas não são essenciais. Por exemplo, se o aluno sair daqui sem sabê-los, ele vai ainda assim se tornar um cidadão crítico. Como o senhor enxerga isso? (00:21:48) PB6: Não... eu acho que eles têm que ser ensinados, eles têm que saber isso. (...)	
	+	PE2	(00:11:54) E: (…) But all the students must learn about what is cloning, about… (00:12:24) PE2: genetic engineering, cloning, how we are using gene therapy to treat diseases, we focus on all those.	
	+	PE4	(00:01:00) (…) And I think for most students right now that's about where we need to be, so they can understand critical issues like stem cell research and cloning, so they can understand what's actually happening with all of this issue because they need to vote on them and they need understand, you know, the different aspects from the scientists to the critical people, you know, so they need to have the basic understanding. (…)	(00:01:00) (…) And I think for most students right now that's about where we need to be, so they can understand critical issues like stem cell research and cloning, so they can understand what's actually happening with all of this issue because they need to vote on them and they need understand, you know, the different aspects from the scientists to the critical people, you know, so they need to have the basic understanding. (…) (…) (00:05:35) PE4: It's, you know, I mean they think that cloning isn't important if the kids

				understand that if they start cloning the best cows and the best pears, the best… you know… potatoes, and the best corn that's gonna bring down our diversity and then things aren't gonna be as resistant to, you know, new trends of bacterias and viruses and that we (can just totally know about that) huge population's species because we're deciding what should exist.
	+	PE5	(00:02:46) (…) So then we take a step farther and talk about cloning, should we, shouldn't we, we do a whole section with bioethics, (we call it).	
	+	DE3	((Idem 337 células-tronco))	((Idem 337 células-tronco))
	+	DE4	(00:17:03) If I think about Biotechnology, there is a lot of work now in reproductive technology, especially with mammals, where we have a potential to cloning individuals. And that of course has all kinds of ethical issues swirling around it. And I think that's probably something where, once again, it would be important to engage high school kids on issues, but the technology that are in: how you clone a dog, how and why might that be different from cloning a human being, what are the technical obstacles to doing that successfully, that's too much for high school kids. (00:17:59) But I don't think it would be too difficult to talk about some broader issues and what it might mean.	(00:17:03) If I think about Biotechnology, there is a lot of work now in reproductive technology, especially with mammals, where we have a potential to cloning individuals. And that of course has all kinds of ethical issues swirling around it. And I think that's probably something where, once again, it would be important to engage high school kids on issues, but the technology that are in: how you clone a dog, how and why might that be different from cloning a human being, what are the technical obstacles to doing that successfully, that's too much for high school kids. (00:17:59) But I don't think it would be too difficult to talk about some broader issues and what it might mean.

			(…).	(…).
	+	DE5	(00:06:46) E: And what topics in Biotechnology? (00:06:52) DE5: In Biotechnology I think just some of the basic things such as (…) all that big issue now with stem cell research, where stem cells come from, what are they able to do, and the purpose of isolating and manipulating stem cells, that's very misunderstood by the general public. (…)	00:14:32) (…) And so those are things that can be discussed in the basic, basic Science can be taught at a high school level, that students are sophisticated enough to handle it. Those types of things I find more important than having them doing the genetics problems and multiple Punnett square and tall pea plants crossed by short pea plants what do we get? That's a good introduction but now let's help them take that and use it with a real world application…
366. Por que podemos clonar	+	DE3	(00:04:28) E: Is there more specific content that you see as important for students to know? (00:04:36) DE3: No, because I think they should learn about the Evolution, basic Theory of Evolution, basic structure of DNA, and some of the implications in Modern Biology of that structure of the DNA. So, you know, why we can clone.	(00:04:28) E: Is there more specific content that you see as important for students to know? (00:04:36) DE3: No, because I think they should learn about the Evolution, basic Theory of Evolution, basic structure of DNA, and some of the implications in Modern Biology of that structure of the DNA. So, you know, why we can clone. Probably one day we will be able to clone human beings and we will not need a surrogate mother, but instead, I can take the fertilized egg and then put it into a cow and the cow will give birth to human beings; but so what are the other consequences of that going to be? That's not impossible, because part of that technology we've been using today to save in danger animals and things

				like this. (…)
367. A produção de clones pode reduzir a diversidade	+	PE4	(00:05:35) PE4: It's, you know, I mean they think that cloning isn't important if the kids understand that if they start cloning the best cows and the best pears, the best… you know… potatoes, and the best corn that's gonna bring down our diversity and then things aren't gonna be as resistant to, you know, new trends of bacterias and viruses and that we (can just totally know about that) huge population's species because we're deciding what should exist. (…)	
368. Diferenças entre clonagem de organismos e clonagem molecular	+	DE6	(00:20:53) So, probably just making a distinction between DNA cloning versus cloning cloning, you know I use the word cloning when talking about this and understanding cloning in one level and copying DNA.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
369. Obstáculos técnicos para a clonagem humana	-	DE4	(00:17:03) If I think about Biotechnology, there is a lot of work now in reproductive technology, especially with mammals, where we have a potential to cloning individuals. And that of course has all kinds of ethical issues swirling around it. And I think that's probably something where, once again, it would be important to engage high school kids on issues, but the technology that are in: how you clone a dog, how and why might that be different from cloning a human being, what are the technical obstacles to doing that successfully, that's too much for	

			high school kids. (…)	
370. Terapia Gênica	-	DB3	(00:18:07) DB3: (...) Então, quando surgiu a terapia gênica, Era saber: "Olha, eu enfio um gene lá consertado, e aí conserta. Será que é isso? Agora, célula-tronco . O que é célula-tronco , né? Porque está sendo tão debatido? Será que não tem condições de saber isso sem ser dentro de sala de aula? Se ele tiver uma base sólida, ele tem condições sim de entender o que fez, do que se trata. Não acho que o curso do Ensino Médio deva ser, ou pretenda ser, ou tenha que ser um dia, um dicionário. Eu acho que ele tem que ser sim uma base sólida de conceitos básicos de Genética que, embora tenha mais de 100 anos, são eles que são válidos ainda.	JUSTIFICATIVA GERAL: (00:04:45) E com esse conteúdo básico ele seria capaz de entender essas várias informações genéticas de mídias diversas e interpretar... porque já era impossível você falar sobre todas as informações genéticas neste momento. (...) Então, é através dos conceitos básicos de Genética, a gente tenta transmitir o que é fazer Ciência, o que é ter uma pergunta e tentar respondê-la. Então, para nós isso era a essência, é a essência, né? Pela metodologia científica, no caso na área de Genética. Então, para isso a gente tem que dar conceitos bem sólidos, básicos, que consideramos básicos, (...).
	+	DE5	(00:06:00) Ok we can manipulate genes, even going to start trying to do gene therapy, trying to force certain types of mutations and what's happening with that and what is a consequence for not just the person but potentially inherited after that. Lot of things are relative…	00:14:32) (…) Those types of things I find more important than having them doing the genetics problems and multiple Punnett square and tall pea plants crossed by short pea plants what do we get? That's a good introduction but now let's help them take that and use it with a real world application…
371. Como a terapia gênica está sendo utilizada para o tratamento de doenças	+	PE2	(00:11:54) E: (…) But all the students must learn about what is cloning, about… (00:12:24) PE2: genetic engineering, cloning, how we are using, gene therapy to treat diseases, we focus on all those.	
372. Projeto Genoma	+	DB1	(00:08:32) E: O que seria importante. Que tópicos?	(00:08:32) E: O que seria importante. Que tópicos?

			(00:08:35) DB1: É. Você tem aí coisas que estão na mídia falando de células-tronco, de alguma forma você poderia abordar, transgênico... Eu acho que são assuntos que estão na mídia que chamam a atenção, que a pessoa..., genoma, enfim, que podem motivar o aluno para estudar né (...)	(00:08:35) DB1: É. Você tem aí coisas que estão na mídia falando de células-tronco, de alguma forma você poderia abordar, transgênico... Eu acho que são assuntos que estão na mídia que chamam a atenção, que a pessoa..., genoma, enfim, que podem motivar o aluno para estudar né (...)
	+	DB4	(06:20:00) (...) eu entendo que, primeiro, tem que se dar um foco maior em Citogenética e Genética Molecular (...) (00:07:39) (...) A partir do estudo de (código) aí você abre para trabalhar Projeto Genoma, a importância ou não, (crítica), enfim o que significa fazer genoma de espécies, o que significa o código degenerado, e as implicações que isso tem para a seleção natural, por exemplo. (...)	(...) (00:04:41) Então, a primeira e fundamental questão, o norte que eu penso que tem que estar guiando uma reflexão sobre o que trabalhar no Ensino Médio é a questão de vincular os conteúdos com a vida cotidiana e com a prática que os alunos possuem, porque a gente sabe que eles ficam muito pouco motivados por um ensino de conceitos, de conteúdos que não tem relação com, que eles não conseguem visualizar em relação com sua vida prática.
373. A importância ou não do Projeto Genoma	+	DB4	(06:20:00) (...) eu entendo que, primeiro, tem que se dar um foco maior em Citogenética e Genética Molecular (...) (00:07:39) (...) A partir do estudo de código, aí você abre para trabalhar Projeto Genoma, a importância ou não, (crítica), enfim o que significa fazer genoma de espécies, o que significa o código degenerado, e as implicações que isso tem para a seleção natural, por exemplo.	(...) (00:04:41) Então, a primeira e fundamental questão, o norte que eu penso que tem que estar guiando uma reflexão sobre o que trabalhar no Ensino Médio é a questão de vincular os conteúdos com a vida cotidiana e com a prática que os alunos possuem, porque a gente sabe que eles ficam muito pouco motivados por um ensino de conceitos, de conteúdos que não tem relação com, que eles não conseguem visualizar em relação com sua vida prática.
374. O que significa fazer o genoma de espécies	+	DB4	(06:20:00) (...) eu entendo que, primeiro, tem que se dar um foco maior em	(...) (00:04:41) Então, a primeira e fundamental questão, o norte que eu penso

			Citogenética e Genética Molecular (...) (00:07:39) (...) A partir do estudo de (código) aí você abre para trabalhar Projeto Genoma, a importância ou não, (crítica), enfim o que significa fazer genoma de espécies, o que significa o código degenerado, e as implicações que isso tem para a seleção natural, por exemplo. (...)	que tem que estar guiando uma reflexão sobre o que trabalhar no Ensino Médio é a questão de vincular os conteúdos com a vida cotidiana e com a prática que os alunos possuem, porque a gente sabe que eles ficam muito pouco motivados por um ensino de conceitos, de conteúdos que não tem relação com, que eles não conseguem visualizar em relação com sua vida prática. (...)
375. Melhoramento genético	+	PB1	(00:07:45) E: Quando você faz este *link* com o dia-a-dia deles o que acaba entrando neste *link*, o que é importante entrar, o que não pode ficar sem entrar neste *link*? (00:07:50) PB1: "Essa parte de transgênicos. ((pausa)) Ah! Eu brinco com eles: às vezes você vê um tomate grande é importante ele saber que teve um cruzamento. Isso é importante para eles.	(00:06:35) Você tem que voltar a aula para o dia-a-dia deles, o que eles estão vendo, porque eles tão vendo isso, como é importante ele estar vendo. (00:07:45) E: Quando você faz este *link* com o dia-a-dia deles o que acaba entrando neste *link*, o que é importante entrar, o que não pode ficar sem entrar neste *link*? (00:07:50) PB1: "Essa parte de transgênicos. ((pausa)) Ah! Eu brinco com eles: às vezes você vê um tomate grande é importante ele saber que teve um cruzamento. Isso é importante para eles.
	+	DB4	(00:07:39) (...) Uma outra frente aí, deveria se abrir em relação, que eu acho, digamos a dois temas, que tem muita relação com o cotidiano e com o que está presente aí na vida atual, vida moderna, que é trabalhar as questões das doenças genéticas, que isso também abre a partir delas, seja para dar andamento, seja para discutir transgênicos e a terceira frente de melhoramento genético	(...) (00:04:41) Então, a primeira e fundamental questão, o norte que eu penso que tem que estar guiando uma reflexão sobre o que trabalhar no Ensino Médio é a questão de vincular os conteúdos com a vida cotidiana e com a prática que os alunos possuem, porque a gente sabe que eles ficam muito pouco motivados por um ensino de conceitos, de conteúdos que não tem relação

			onde você pode trabalhar com híbrido, onde você (começar) é... todos alimentos que estão disponíveis hoje, no mercado, onde eles podem conhecer o modo pelo qual você produz uma melancia sem caroço, coisas desse tipo. (...)	com, que eles não conseguem visualizar em relação com sua vida prática. (...) (00:09:14) Ou seja, eu acho que a grade curricular tem sim que estar centrada nessa questão da aplicação e com a conexão direta com a vida diária que implica em alimento, medicação e tratamento de doença e naturalmente tudo isso precedido de uma base que aproxime, que retome, que religue, conteúdos de divisão celular aprofundando para Genética Molecular. (...)
376. Híbrido	+	DB4	(00:07:39) (...) Uma outra frente aí, deveria se abrir em relação, que eu acho, digamos a dois temas, que tem muita relação com o cotidiano e com o que está presente aí na vida atual, vida moderna, que é trabalhar as questões das doenças genéticas, que isso também abre a partir delas, seja para dar andamento, seja para discutir transgênicos e a terceira frente de melhoramento genético onde você pode trabalhar com híbrido, onde você (começar) é... todos alimentos que estão disponíveis hoje, no mercado, onde eles podem conhecer o modo pelo qual você produz uma melancia sem caroço, coisas desse tipo. (...)	(...) (00:04:41) Então, a primeira e fundamental questão, o norte que eu penso que tem que estar guiando uma reflexão sobre o que trabalhar no Ensino Médio é a questão de vincular os conteúdos com a vida cotidiana e com a prática que os alunos possuem, porque a gente sabe que eles ficam muito pouco motivados por um ensino de conceitos, de conteúdos que não tem relação com, que eles não conseguem visualizar em relação com sua vida prática. (...) (00:09:14) Ou seja, eu acho que a grade curricular tem sim que estar centrada nessa questão da aplicação e com a conexão direta com a vida diária que implica em alimento, medicação e tratamento de doença e naturalmente tudo isso precedido de uma base que aproxime, que retome, que religue, conteúdos de divisão celular aprofundando para Genética Molecular. (...)

377. Como se produz um alimento com melhoramento genético	+	DB4	(00:07:39) (...) Uma outra frente aí, deveria se abrir em relação, que eu acho, digamos a dois temas, que tem muita relação com o cotidiano e com o que está presente aí na vida atual, vida moderna, que é trabalhar as questões das doenças genéticas, que isso também abre a partir delas, seja para dar andamento, seja para discutir transgênicos e a terceira frente de melhoramento genético onde você pode trabalhar com híbrido, onde você (começar) é... todos alimentos que estão disponíveis hoje, no mercado, onde eles podem conhecer o modo pelo qual você produz uma melancia sem caroço, coisas desse tipo. (...)	(...) (00:04:41) Então, a primeira e fundamental questão, o norte que eu penso que tem que estar guiando uma reflexão sobre o que trabalhar no Ensino Médio é a questão de vincular os conteúdos com a vida cotidiana e com a prática que os alunos possuem, porque a gente sabe que eles ficam muito pouco motivados por um ensino de conceitos, de conteúdos que não tem relação com, que eles não conseguem visualizar em relação com sua vida prática. (...) (00:09:14) Ou seja, eu acho que a grade curricular tem sim que estar centrada nessa questão da aplicação e com a conexão direta com a vida diária que implica em alimento, medicação e tratamento de doença e naturalmente tudo isso precedido de uma base que aproxime, que retome, que religue, conteúdos de divisão celular aprofundando para Genética Molecular. (...)
378. Genoma individual	+	PB5	(00:08:48) (...) E tem uma parte que não tem escapatória que é a parte das aplicações da Genética. Agora é que a gente está, por exemplo, trabalhando um pouco mais sobre essa questão de genoma individual, né? (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
379. Como é feito o teste (genoma individual)	+	PB5	(00:16:14) (...) Então, mesmo essa questão do genoma individual, a gente tenta discutir qual seria a aplicação disso, quer dizer, como é o teste, como é feito o teste. Então, eu explico como é feito, mas eu simplifico na medida do possível, (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).

380. Vantagens e desvantagens do uso do genoma individual	+	PB5	(00:08:48) (...) E tem uma parte que não tem escapatória que é a parte das aplicações da Genética. Agora é que a gente está, por exemplo, trabalhando um pouco mais sobre essa questão de genoma individual, né? Entendeu? Até que ponto vale, até que ponto não vale, e aí é o tal negócio. Para determinadas situações vale muito porque existem relações completamente diretas, né?, entre você ter uma determinada versão de gene e você ter determinada predisposição, ou ter determinado problema.Você tem o gene mudado para fibrose cística...(...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
381. Tecnologias na prevenção de doenças metabólicas	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)".
382. Como cariótipo pode ser utilizado para a identificação de defeitos genéticos	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
383. Aconselhamento genético: finalidades, importância e acesso	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)".

				((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
384. Biotecnologia pode ser utilizada para verificar como as coisas funcionam	+	DE6	(00:19:42) Ah, another point that too, this goes back to genotype and phenotype, we can do anything we want… making clear we can do anything we want with the gene, maybe a few examples and certain techniques is just a good idea you know… we put them back but we are not at the stage where we can actually predict the effects of anything and in many cases we do that in parts to understand how things work in some cases, another cases engineers do it to modify things for technological reasons. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
385. Biotecnologia pode ser utilizada por razões tecnológicas	+	DE6	(00:19:42) Ah, another point that too, this goes back to genotype and phenotype, we can do anything we want… making clear we can do anything we want with the gene, maybe a few examples and certain techniques is just a good idea you know… we put them back but we are not at the stage where we can actually predict the effects of anything and in many cases we do that in parts to understand how things work in some cases, another cases engineers do it to modify things for technological reasons. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
386. Implicações do uso das tecnologias para o homem e outros organismos	+	DE6	(00:19:42) (…) But the tools exist and they need to understand that as citizens the decisions about what we will/won't allow has to do with other organisms, or even	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

			ourselves. (…)	
387. Ainda não é possível prever o efeito das da manipulação gênica	+	DE6	(00:19:42) Ah, another point that too, this goes back to genotype and phenotype, we can do anything we want… making clear we can do anything we want with the gene, maybe a few examples and certain techniques is just a good idea you know… we put them back but we are not at the stage where we can actually predict the effects of anything and in many cases we do that in parts to understand how things work in some cases, another cases engineers do it to modify things for technological reasons. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
388. Ética ligada às aplicações da Genética	+	PB5	(00:15:11) (...) E existe a discussão que vem daí, quer dizer, quais são as aplicações, quais são as limitações, então existe uma discussão que não é bem uma discussão da Genética, mas é uma discussão da ética, do uso do processo em si, sem atribuir valor na verdade, a gente fazia coisa sem atribuir valor, a gente tenda fazer só um levantamento do questionamento.	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
	+	PE5	(00:02:46) (…) So then we take a step farther and talk about cloning, should we, shouldn't we, we do a whole section with bioethics, (we call it). (00:03:22) E: So, in these sections about bioethics you include cloning… (00:03:27) PE5: We do very tiny that with cloning. More so … like physical alterations, with diseases, that sort of thing. We talk a lot	(00:08:26) PE5: I would say it is one of the most important things we teach, that's one thing that I would never skip is definitely protein syntheses, DNA, RNA, you know, specially the ethics part too because if you look through all of Biology what's the thing that's stepping out right now is that, that's the stuff that's becoming more and more important and I think that specially now

			about where you draw the line, what should we be able to do, as humans. We can change a disease that can cause death, most of the kids would say 'yes, you bet'. Then we get into what about disease like Down Syndrome which doesn't cause death but certainly cause a different lifestyle and a lot of the kids said "Yes" and a lot of kids said "No" in the debate about that.	more, so even ten years ago this is becoming more important.
389. Implicações da Biotecnologia	+	DE3	(00:04:28) E: Is there more specific content that you see as important for students to know? (00:04:36) DE3: No, because I think they should learn about the Evolution, basic Theory of Evolution, basic structure of DNA, and some of the implications in Modern Biology of that structure of the DNA.	(00:04:28) E: Is there more specific content that you see as important for students to know? (00:04:36) DE3: No, because I think they should learn about the Evolution, basic Theory of Evolution, basic structure of DNA, and some of the implications in Modern Biology of that structure of the DNA. So, you know, why we can clone. Probably one day we will be able to clone human beings and we will not need a surrogate mother, but instead, I can take the fertilized egg and then put it into a cow and the cow will give birth to human beings; but so what are the other consequences of that going to be? That's not impossible, because part of that technology we've been using today to save in danger animals and things like this. (…)
390. Uso positivo e negativo da	+	DE3	(00:02:04) (…) This is not technology, you can take any good of technology and can be	

	Biotecnologia			used for a good purpose and a bad purpose. I think that knowledge is very very essential in high school level not only in the United States but (all other places).	
391.	Procedimentos relacionados à aplicação da Genética (como é feito)	+	PB5	(00:15:02) E: As aplicações que você diz seria, por exemplo, explicar o que seria transgênicos, o que seria...ou não? (00:15:09) PB5: Sim (00:15:10) E: O que seria essas aplicações? (00:15:11) PB5: Eu acho aí são as duas coisas assim, que eu acho que tem que ocorrer em paralelo, porque normalmente a gente trabalha com... quando a gente fala das aplicações, tem o como eu faço, como é feito, né?, como eu faço, o que é um transgênico. Então, isso para mim é fundamental.	(00:20:23) (...) Então, mais do que eles saberem o detalhe, eles conseguirem na verdade construir com a técnica, com o entendimento, uma linha de raciocínio. Primeiro eu construo, depois eu ponho no... Quer dizer, para que eu quero fazer isso? Pra fazer isso, como é que eu vou fazer isso? (00:20:54) E: Então, para você a compreensão da técnica ajudaria eles... (00:20:59) PB5: O desenvolvimento mental deles... (00:21:00) E: O raciocínio... (00:21:02) PB5: É porque só assim ele vai pegar, eu acho, uma reportagem de jornal e falar: “Fulaninho sequencia o DNA do mamute, agora vamos nanana...”, “Calma, mas espera aí! Como é isso? Eu sequencio, mas e depois? Vai ser assim? Vai pegar esse DNA e enfiar lá. Não é assim. Ele na verdade não vai saber do detalhe, não vai saber o nome da enzima, não vai saber qual é a temperatura nem a quantidade de cloreto de magnésio que vai ter que colocar na solução, mas ele vai olhar e falar: “Espera aí! Não é tão simples assim que nem essa reportagem...”. Porque às vezes você pega umas reportagens que dão até calafrio na

				espinha, mas o cara vai perder o fio da meada e falar: “Meu Deus! O que essa reportagem está dizendo? Como é que eles vão fazer isso? Eles vão pegar? Eles vão usar, o que? Eles vão juntar isso em alguma outra coisa, eles vão...” Então, é isso que eu acho que é o desafio, porque a Genética hoje é isso, né? Do mesmo jeito que vão ler lá: Sequenciaram...”, sei lá, “Identificaram...” sei lá, aquelas coisas absurdas que vem sempre a tona, né? O gene do homossexualismo... Professora: “Isso existe?” “Gente a coisa não é tão simples assim. (00:22:05) Não é um negócio... Vamos parar e vamos raciocinar”. (...) Mas às vezes sai, né? Uma reportagem, sai... E eu acho que, que na verdade o nosso trabalho em Genética é um pouco esse, né? Preparar a pessoa. No fundo, no fundo para poder ler ou para poder escutar, para poder ter uma opinião ponderada, e não uma opinião... um sentimento. Por ignorância o cara fala: “Aaaah!” vai falar “Ah! Isso aqui não faz sentido”. Pelo menos tem um pouco mais de senso crítico. Nesse aspecto eu acho que saber como a técnica é fundamental (...)
	+	PB6	(00:24:14) (...)Ele entende quando eu falo para ele que existe o milho Bt. O milho Bt tem o gene de uma bactéria para produzir uma toxina que é só tóxica para as lagartas. Ele entende tudo isso, não tenha dúvida.	(00:24:14) (...) Ele entende quando eu falo para ele que existe o milho Bt. O milho Bt tem o gene de uma bactéria para produzir uma toxina que é só tóxica para as lagartas. Ele entende tudo isso, não tenha dúvida.

			Agora, se ele me perguntar como é que faz para pegar um gene e botar no milho. Isso é mais difícil dele entender, em virtude de não ter um laboratório, “Vamos para o laboratório, que eu vou te explicar como faz”. Isso, aí... (...) (00:26:04) E: mesmo sendo mais difícil, você acha que é essencial que eles saibam? (00:26:07) PB6: Mesmo sendo mais difícil, (...)	Agora, se ele me perguntar como é que faz para pegar um gene e botar no milho. Isso é mais difícil dele entender, em virtude de não ter um laboratório, “Vamos para o laboratório, que eu vou te explicar como faz”. Isso, aí... (...) (00:26:04) E: mesmo sendo mais difícil, você acha que é essencial que eles saibam? (00:26:07) PB6: Mesmo sendo mais difícil, (...)por que existe um questionamento no dia-a-dia dele, que ele ouve falar em células-tronco, então ele precisa saber o que são células-tronco, mesmo que você não tenha ali para mostrar para ele, sabe, mas ele precisa saber.
	+	DB5	(00:31:57) Para falar de transgênicos, que eu tinha comentado (00:32:00) com você, algumas metodologias de Biologia Molecular precisariam ser explicadas ainda que superficialmente, até para a pessoa poder entender como é que se faz um organismo transgênico. Eu não saberia te dizer agora, eu não te daria agora, que técnicas...eu não explicitaria que técnicas, mas existe um conjunto de técnicas aí, pelo menos um mínimo delas, que precisariam ser explicadas para o pessoal entender por exemplo como é que se faz um organismo transgênico, seja uma planta ou um animal. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))

	-	PE2	(00:12:33) E: So you think it's important to have a notion of it but not to know the techniques, is it? (00:12:40) PE2: Interesting…Yes. Essentially for the ninth grades I think they need to understand how we are using genetic engineering, what we are using it for, but the technique, they aren't quite ready to grasp it,	
	-	PE6	(00:12:05) E: I interviewed other teachers and professors here and in Brazil and sometimes they agree or disagree on teaching Biotechnology, about Biotechnology we use involving Genetics: cloning, PCR, genetic therapy, genetic modified foods. Sometimes they agree, sometimes they don't agree on teaching it, depending on the professor, depending on the teacher. What do you think about it? (00:13:14) PE6: I think it needs to be told, high school students have the ability to understand them, just the fundamental is that when it comes to PCR or that stuff of the methodology, we don't have to go into the methodology because that's a little bit deep. (…)	
392. Detalhes sobre Biotecnologia	-	PB3	((Gravação em áudio não autorizada))	((Disse que são importantes, que não dá para fugir deles, estão no dia-a-dia do aluno. Mencionou a soja e os demais alimentos transgênicos. Disse que aborda esses temas superficialmente sem entrar nos mecanismos envolvidos nas técnicas. Menciona que o

				tema clonagem pode ser abordado durante o ensino do tema núcleo celular)).
	-	PB4	(00:07:40) E: Agora o senhor acha que dentro desse básico dá para abranger os mecanismos das técnicas que são envolvidas nessas... por exemplo, você fala de transgênicos, de clonagem... dá para abranger as técnicas que estão envolvidas nisso, ou falar o superficial? (00:07:59) PB4: Apenas o geral, mesmo. A informação, né? (...)	(00:07:40) E: Agora o senhor acha que dentro desse básico dá para abranger os mecanismos das técnicas que são envolvidas nessas... por exemplo, você fala de transgênicos, de clonagem... dá para abranger as técnicas que estão envolvidas nisso, ou falar o superficial? (00:07:59) PB4: Apenas o geral, mesmo. A informação, né? (...) (00:08:22) PB4: (...) Mas informação que eu digo, é a mais recente de tecnologia mesmo, uma pincelada. Não dá para dar assim uma coisa muito científica, e envolve o interesse do aluno, também, nisto aqui. Muitos alunos não se interessam, né?
	-	PB5	((00:17:25) E: Então, pelo que eu vi, você falaria, então como que funciona essas técnicas atuais. Porque, na verdade, o que aconteceu: tem alguns professores que eu entrevistei que falaram assim: "Olha, a gente até falaria de transgênicos, clonagem, etc e tal, mas não entraria muito profundamente na técnica. Explicaria superficialmente". Como seria isso para você? Para você daria para aprofundar mais? (00:17:58) PB5: Eu acho que dá. Eu acho que dá porque hoje você tem muita coisa na Internet. Então, você tem muita animação, você tem muito *You Tube*, você tem muita	

			ferramenta para que o aluno na verdade trabalhe aquilo sem ser uma coisa assim teórica. Mesmo os livros didáticos oferecem isso já. Você pega Amabis e Martho, livros tradicionais de Biologia, tem algumas atividades que os alunos realizam, que eles fazem, mas eu acho que para poder ficar realmente isso de uma forma, um pouco menos teoria, por que é muito detalhe... essa parte entra... Por exemplo, quando eu falo de enzimas de restrição, como é que eu vou explicar isso? Putz, tal! Vou entrar em tudo? Ah a sequência palindrômica que reconhece tlict plict... não precisa. (...) (00:19:11) Então, para eles não importa se é palindrômico, se não é palindrômico onde a enzima vai cortar. Importa é que ela vai reconhecer, que ela vai clivar e que ela vai conseguir na verdade... Entendeu? Então, na verdade esse tipo de informação que eu acho que é fundamental, porque isso para mim, na verdade, mais do que a informação em si de eles saberem como faz, eles entendem como que a coisa... Então, por exemplo, eu faço um... “Ah, mas se eu tiver uma outra região igual a essa em algum outro lugar dessa molécula?”, “Ah professora, vai quebrar em um outro ponto”. E aí eu começo a fazer uns problemas para eles: “E aí, o que é mais fácil juntar, três pedaços, dois pedaços ou quatro?” Então, eu vou falando um pouco da	

			técnica, mas sem na verdade entrar, mas pegando pelo lado da coisa meio do raciocínio. Então, por exemplo, eu sei que eles saem da aula com essa noção de que não adianta pegar qualquer DNA com qualquer DNA, quebrar de qualquer maneira e juntar de qualquer maneira. Não é bem assim que a coisa funciona. A coisa tem que ter um planejamento, então não adianta você pegar, ah, um transgênico, não sei, pode ser perigoso, como assim ser perigoso? Isso não foi feito, assim, sem um planejamento. Então, qual é o planejamento? Você tem que ter? É onde vai quebrar? Como você vai juntar? Agora, preciso falar todos os detalhes? Não. (00:20:23) Aí eu falo: "Tudo bem, criei um DNA recombinante, está aqui, eu emendei um pedaço com outro pedaço que não é original. E daí? Para que me serve isso dentro do tubo de ensaio? Vou ter que colocar isso de novo dentro de uma célula? Como é que eu vou enfiar um negócio dentro da célula. É fácil enfiar um DNA dent/((risos)). Então, mais do que eles saberem o detalhe, eles conseguirem na verdade construir com a técnica, com o entendimento, uma linha de raciocínio. Primeiro eu construo, depois eu ponho no... Quer dizer, para que eu quero fazer isso? Pra fazer isso, como é que eu vou fazer isso?	
	-	DB1	(00:08:04) E: (...) Com relação à	(00:08:04) E: (...) Com relação à

			Biotecnologia, o que está sendo descoberto agora, seria conveniente abordar no Ensino Médio? (00:08:18) DB1: Eu acho que alguns tópicos é interessante, (...) Eu acho que você não pode entrar em muito detalhamento (...).	Biotecnologia, o que está sendo descoberto agora, seria conveniente abordar no Ensino Médio? (00:08:18) DB1: Eu acho que alguns tópicos é interessante, (...) Eu acho que você não pode entrar em muito detalhamento (...).
	-	DE3	(00:06:29) (…)At high school level I don't think technology per se is important that much, but the basic concept is. If somebody is interested in Science at the high school level, you may have to teach them how to learn new things as they come along. Get them really really interested in Science so they will always be excited to learn new things but the new things, if you don't keep up with the new things you don't survive. (00:07:20) The best example is … in the US and some of the western of the countries, some of the Eastern and African countries where people can't keep up with their technology, you see how behind they are and here we keep up with that don't matter how young or how old we are that something comes up… you know, you have to keep up with technology. But learning technology at the high school level, I don't think that's important. They should have the basic concepts. So as the technology comes they can absorb it and understand it.	
	-	DE4	(00:16:07) I think we might talk about the issues broadly but the details about how that	00:16:07) I think we might talk about the issues broadly but the details about how that

			engineering is accomplished would be way too sophisticated for high school students. (…)	engineering is accomplished would be way too sophisticated for high school students. (…)
	-	DE6	(00:19:42) (…) to understand that technology exists, I don't even care if they know how it works but just appreciating where we are and they can follow that up.	
393. Técnicas que podem ser reproduzidas no Ensino Médio	+	DB4	(00:21:48) (...) ele tem que conhecer algumas técnicas, ele tem que conhecer técnicas em geral que possibilitaram esse avanço do conhecimento genético, mas ele tem que, principalmente ter acesso a estratégias, a técnicas e estratégias que ele possa reproduzir no ensino, seja no último ano lá do Ensino Fundamental, seja do Ensino Médio. (...)	
394. Principais tecnologias utilizadas na transferência de DNA	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)".
395. Tecnologias de manipulação do DNA/Tecnologia do DNA recombinante	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)".
	-	PE3	(00:06:30) (…) The only thing that I struggle	00:06:30) (…) The only thing that I struggle

			teaching my students particularly to speak as a segment like recombinant DNA technology and how scientists analyze the structure and the functions of DNA, I get more into that and I start going into the theory and it is just recommended, and there are not actually like a (sense) on you have to do them. (…)	teaching my students particularly to speak as a segment like recombinant DNA technology and how scientists analyze the structure and the functions of DNA, I get more into that and I start going into the theory and it is just recommended, and there are not actually like a (sense) on you have to do them. It's just completely over their head (…)
396. Há ferramentas para estudar e manipular o DNA	+	DE6	(00:13:06) We have the tools, scientists can clone, isolate clone, change and do transgenic. Understanding DNA is little molecule, is easy to take up out the cells, study, alter and go back so that they understand in essence what transgenic organisms are and some idea of what is happening, that exist simple tools…relatively simple tools for studying DNA in a test tube to allow you to affect living things based on these technologies. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
397. Técnica de extração de DNA	+	DB4	(00:22:54) (...) mais importante que isso é que ele possa acessar técnicas que ele possa utilizar no laboratório do Ensino Médio. Desde o liquidificar para isolar DNA a outras que sejam adequadas para o nível de material, de instrumentação, de capacitação, que ele pode saber no laboratório de ensino de Genética. Né? (...)	(00:24:43) (...) os alunos curtiam e claro que entre ver aquele fiozinho branco na ponta daquele tubo de vidro, né, que a gente catava aquilo dentro do liquidificador, e imaginar que aquilo são fios cuja estrutura molecular é aquela da dupla hélice, quer dizer, essa passagem já é bacana, quer dizer, ter um contato com uma Ciência tão abstrata quanto a Genética, né... é o momento que consegue associar um dos fenômenos com essa

				abstração. Então, é muito importante que aconteça (...).
398. Enzimas de restrição	-	PB4	(00:08:10) E: Então, o senhor acha que não daria para falar, por exemplo, de enzimas de restrição, como é usada para fazer essas técnicas... não... (00:08:20) PB4: Ah, eu creio que não.	
	+	PB5	(00:17:58) (...)Por exemplo, quando eu falo de enzimas de restrição, como é que eu vou explicar isso? Putz, tal! Vou entrar em tudo? Ah a sequência palindrômica que reconhece tlict plict... não precisa. (...) (00:19:11) Então, para eles não importa se é palindrômico, se não é palindrômico onde a enzima vai cortar. Importa é que ela vai reconhecer, que ela vai clivar e que ela vai conseguir na verdade... Entendeu? Então, na verdade esse tipo de informação que eu acho que é fundamental, porque isso para mim, na verdade, mais do que a informação em si de eles saberem como faz (...)	(00:17:58) (...)Por exemplo, quando eu falo de enzimas de restrição, como é que eu vou explicar isso? Putz, tal! Vou entrar em tudo? Ah a sequência palindrômica que reconhece tlict plict... não precisa. (...) (00:19:11) Então, para eles não importa se é palindrômico, se não é palindrômico onde a enzima vai cortar. Importa é que ela vai reconhecer, que ela vai clivar e que ela vai conseguir na verdade... Entendeu? Então, na verdade esse tipo de informação que eu acho que é fundamental, porque isso para mim, na verdade, mais do que a informação em si de eles saberem como faz (...)
399. Sequência palindrômica	-	PB5	(00:17:58) (...) Por exemplo, quando eu falo de enzimas de restrição, como é que eu vou explicar isso? Putz, tal! Vou entrar em tudo? Ah a sequência palindrômica que reconhece tlict plict... não precisa. (...) (00:19:11) Então, para eles não importa se é palindrômico, se não é palindrômico onde a enzima vai cortar. Importa é que ela vai reconhecer, que ela vai clivar e que ela vai conseguir na verdade... Entendeu? (...)	

400. Clonagem molecular	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) “(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)”.	“(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)”.
	+	DE3	((Idem 337 células-tronco))	((Idem 337 células-tronco))
	+	DE6	(00:13:06) We have the tools, scientists can clone, isolate clone, change and do transgenic. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
401. Cientistas retiram o DNA de organismos e fazem cópias todos os dias e isso não é algo horrível	+	DE6	(00:18:57) (…) I mean it doesn’t hurt; but you know, for the scientist, it’s an everyday event, that for any piece of DNA from any organism, to pull it out of an organism to make copies. If you wanna cover beyond that and talk about how PCR reaction works I guess that’s ok but more important is that they appreciate that. That is an everyday event, that it’s not even really Rocket Science, it’s not some horrible technological thing (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
402. Vetores	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) “(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)”.	“(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)”.
	-	DE6	(00:18:52) E: When you talk about technology what do you mean? Can you	

			explain more? (00:18:57) DE6: Simply that they understand, I don't care if they don't learn what a vector is or the difference between a plasmid and a phage vector.	
403. Diferenças entre os vetores: plasmídeo e fago	-	DE6	(00:18:52) E: When you talk about technology what do you mean? Can you explain more? (00:18:57) DE6: Simply that they understand, I don't care if they don't learn what a vector is or difference between a plasmid and a phage vector…	
404. Eletroforese	-	PE2	(00:05:18) In the upper classes we go into electrophoresis, PCR, we do a lot more manipulation of genes and DNA which is really great but I don't think every person needs to be able to understand PCR and electrophoresis and that kind of genetic testing. ((neste caso pode-se nota que este conteúdo não é abordado para todos os alunos e sim para aqueles que optam por fazer uma disciplina mais avançada))	
405. Fingerprints de DNA 406. Para que os fingerprints de DNA são utilizados 407. Confiabilidade do uso dos fingerprints de DNA	+	DE5	(00:06:52) DE5: In Biotechnology I think just some of the basic things such as, you know, what is DNA fingerprinting, what is it used for, how reliable is it,… (…)	00:14:32) (…) And so those are things that can be discussed in the basic, basic Science can be taught at a high school level, that students are sophisticated enough to handle it. Those types of things I find more important than having them doing the genetics problems and multiple Punnett square and tall pea plants crossed by short pea plants what do we get? That's a good

				introduction but now let's help them take that and use it with a real world application…
408. PCR	+	PB5	(35:58:00) E: E o que você chamaria de técnicas básicas? Seria o que? (00:36:02) PB5: Sequenciamento de DNA, PCR e Clonagem ((a professora respondeu prontamente)).	(00:33:49) Então, por exemplo, você não falar de PCR para um aluno, é você está impedindo o aluno no meu ponto de vista de entender até o exame de sangue que o médico pode pedir para ele e que lá no Fleury vai ser por PCR. Aí você vai falar: "Eu preciso falar de tudo?" Não! Mas ele tem que entender o que? Que é uma técnica que amplifica. Então, que na verdade eu não preciso ter um montão de molécula de DNA no início, que basta um pouquinho que eu já consigo chegar no resultado, por que a técnica é capaz de fazer o que? Amplificar um pedacinho lá de interesse do DNA. Gente! Isso é básico!
	-	PE2	(00:05:18) In the upper classes we go into electrophoresis, PCR, we do a lot more manipulation of genes and DNA which is really great but I don't think every person needs to be able to understand PCR and electrophoresis and that kind of genetic testing. ((neste caso pode-se nota que este conteúdo não é abordado para todos os alunos e sim para aqueles que optam por fazer uma disciplina mais avançada))	
	-	PE6	(00:12:05) E: I interviewed other teachers and professors here and in Brazil and sometimes they agree or disagree on	

			teaching Biotechnology, about Biotechnology we use involving Genetics: cloning, PCR, genetic therapy, genetic modified foods. Sometimes they agree, sometimes they don't agree on teaching it, depending on the professor, depending on the teacher. What do you think about it? (00:13:14) PE6: I think it needs to be told, high school students have the ability to understand them, just the fundamental is that when it comes to PCR or that stuff of the methodology, we don't have to go into the methodology because that's a little bit deep. (…)	
	-	DE6	(00:18:57) (…) I mean it doesn't hurt; but you know, for the scientist, it's an everyday event, that for any piece of DNA from any organism, to pull it out of an organism to make copies. If you wanna cover beyond that and talk about how PCR reaction works I guess that's ok but more important is that they appreciate that. (…)	
409. Sequenciamento de DNA	+	PB5	(35:58:00) E: E o que você chamaria de técnicas básicas? Seria o que? (00:36:02) PB5: Sequenciamento de DNA, PCR e Clonagem ((a professora respondeu prontamente)).	
410. Participação em situações onde pense logicamente sobre técnicas de	+	PB5	(00:20:23) (...) Aí eu falo: "Tudo bem, criei um DNA recombinante, está aqui, eu emendei um pedaço com outro pedaço que não é original. E daí? Para que me serve isso	(00:20:23) (...) Então, mais do que eles saberem o detalhe, eles conseguirem na verdade construir com a técnica, com o entendimento, uma linha de raciocínio.

manipulação do DNA			dentro do tubo de ensaio? Vou ter que colocar isso de novo dentro de uma célula? Como é que eu vou enfiar um negócio dentro da célula. É fácil enfiar um DNA dent”/((risos)). Então, mais do que eles saberem o detalhe, eles conseguirem na verdade construir com a técnica, com o entendimento, uma linha de raciocínio. Primeiro eu construo, depois eu ponho no... Quer dizer, para que eu quero fazer isso? Pra fazer isso, como é que eu vou fazer isso? (...)	Primeiro eu construo, depois eu ponho no... Quer dizer, para que eu quero fazer isso? Pra fazer isso, como é que eu vou fazer isso? (00:20:54) E: Então, para você a compreensão da técnica ajudaria eles... (00:20:59) PB5: O desenvolvimento mental deles... (00:21:00) E: O raciocínio... (00:21:02) PB5: É porque só assim ele vai pegar, eu acho, uma reportagem de jornal e falar: “Fulaninho sequencia o DNA do mamute, agora vamos nanana...”, “Calma, mas espera aí! Como é isso? Eu sequencio, mas e depois? Vai ser assim? Vai pegar esse DNA e enfiar lá. Não é assim. Ele na verdade não vai saber do detalhe, não vai saber o nome da enzima, não vai saber qual é a temperatura nem a quantidade de cloreto de magnésio que vai ter que colocar na solução, mas ele vai olhar e falar: “Espera aí! Não é tão simples assim que nem essa reportagem...”. Porque às vezes você pega umas reportagens que dão até calafrio na espinha, mas o cara vai perder o fio da meada e falar: “Meu Deus! O que essa reportagem está dizendo? Como é que eles vão fazer isso? Eles vão pegar? Eles vão usar, o que? Eles vão juntar isso em alguma outra coisa, eles vão...” Então, é isso que eu acho que é o desafio, porque a Genética hoje é isso, né? Do mesmo jeito que vão ler lá:

				Sequenciaram...", sei lá, "Identificaram..." sei lá, aquelas coisas absurdas que vem sempre a tona, né? O gene do homossexualismo... Professora: "Isso existe?" "Gente a coisa não é tão simples assim. (00:22:05) Não é um negócio... Vamos parar e vamos raciocinar". (...)
411. Genética da drosófila	+	DB5	00:26:01) (...) Agora, como é que a drosófila serviu e porque é que a drosófila serve como um modelo para você entender a Genética animal, é fundamental. (00:27:07) Aí você vai entrar na questão dos cromossomos gigantes, nos mutantes... Então, o que é fundamental? De Genética Mendeliana vegetal, todos aqueles experimentos que o Mendel fez; e em Genética de drosófila: tudo. Porque você tem desde a parte da herança qualitativa até a herança quantitativa, que é uma coisa até um pouco mais difícil de você entender. (...) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))	00:26:01) (...) Agora, como é que a drosófila serviu e porque é que a drosófila serve como um modelo para você entender a Genética animal, é fundamental. (00:27:07) Aí você vai entrar na questão dos cromossomos gigantes, nos mutantes... Então, o que é fundamental? De Genética Mendeliana vegetal, todos aqueles experimentos que o Mendel fez; e em Genética de drosófila: tudo. Porque você tem desde a parte da herança qualitativa até a herança quantitativa, que é uma coisa até um pouco mais difícil de você entender. (...) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 15. Como o conhecimento científico é gerado))
412. Genética humana	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)".	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)".
	-	DB5	(00:29:00) Existem algumas coisas em Genética Humana que eu deixaria para a	(00:29:00) Existem algumas coisas em Genética Humana que eu deixaria para a

			((docente DB6)) sugerir. Na verdade eu estou mais para a Genética da mosca, porque eu trabalho com moscas do que... Então, eu vou deixar para ela, eu não vou dar palpites. Porque também tem uma coisa, se nós formos dar Genética Humana no colégio com a Genética de drosófilas, você tem um limite de tempo para dar essas coisas. Se você quer a minha opinião, eu acho que a Genética da drosófila cobre, pelo menos os aspectos básicos. Porque, evidentemente, se cair alguma coisa no vestibular ou em alguma prova de Genética Humana, os princípios básicos de herança (00:30:00) serão os mesmos: herança ligada ao sexo, restrita.... Em drosófila você tem...o trabalho de drosófila cobriu tudo isso.	((docente DB6)) sugerir. Na verdade eu estou mais para a Genética da mosca, porque eu trabalho com moscas do que... Então, eu vou deixar para ela, eu não vou dar palpites. Porque também tem uma coisa, se nós formos dar Genética Humana no colégio com a Genética de drosófilas, você tem um limite de tempo para dar essas coisas. Se você quer a minha opinião, eu acho que a Genética da drosófila cobre, pelo menos os aspectos básicos. Porque, evidentemente, se cair alguma coisa no vestibular ou em alguma prova de Genética Humana, os princípios básicos de herança (00:30:00) serão os mesmos: herança ligada ao sexo, restrita.... Em drosófila você tem...o trabalho de drosófila cobriu tudo isso.
	+	DB6	(00:04:44) Então, vou dar um exemplo da minha área, eu sou Geneticista Humana, então pra mim incomoda, por exemplo, você dá a hereditariedade, você dá os fundamentos nas ervilhas, é obvio que a história de um monge que fica cruzando ervilha não é muito excitante para o estudante de Ensino Médio. Os exemplos humanos são muito mais atraentes, tá na cara que as pessoas querem compreender mais como elas funcionam, porque elas têm olhinhos verdes ou porque o cabelo é liso do que saber se a ervilha do monge era amarela	(00:04:44) Então, vou dar um exemplo da minha área, eu sou Geneticista Humana, então pra mim incomoda, por exemplo, você dá a hereditariedade, você dá os fundamentos nas ervilhas, é obvio que a história de um monge que fica cruzando ervilha não é muito excitante para o estudante de Ensino Médio. Os exemplos humanos são muito mais atraentes, tá na cara que as pessoas querem compreender mais como elas funcionam, porque elas têm olhinhos verdes ou porque o cabelo é liso do que saber se a ervilha do monge era amarela

			ou verde.	ou verde.
	+	DE6	(00:29:11) (…) I'd argue that this even just from a pure matter of being human, having some appreciation what the hell did you inherit from your parents, you know, appreciation that when we say you inherited your blue eyes from your mother, what does that really mean, it means you have genes and how that plays out, I think just to me it's (in common that) anyone to have some appreciation for what they are as biological entities and I think it doesn't necessarily begin and end with Genetics, but it is too central now for them have it.	
413. Anomalias genéticas (síndromes e doenças)	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
414. O que causa as doenças genéticas é a orientação dos genes	+	PE6	(00:01:41) Then from them we can talk about DNA and we can go into the exchange of DNA from the sperm itself to the egg, we can look at what causes certain genetic diseases, some students don't understand why some people might have certain genetic disabilities and from that approach showing them that it wasn't their fault it's just because of the orientation of our genes. I think that would be those things also really important things that students need to know about. (…)	(00:00:30) PE6: Well, first of all I think that high school students need to know about…We need to start off with something that they are more familiar with. Like, for example: a lot of teenagers having sex. So when it comes to teaching Genetics we can start off with the DNA: "Why is it that we have sex?", "Why is it that we reproduce?" "How does reproduction occur?" and then so we can start off with just the simple main effect of sperm, what the sperm egg is like, what the female egg is like. I think that it's just really important when it comes to teaching Genetics first capturing students attention on what they're doing and what's

				happening when they are doing that. 00:01:41) Then from them we can talk about DNA and we can go into the exchange of DNA from the sperm itself to the egg, we can look at what causes certain genetic diseases, some students don't understand why some people might have certain genetic disabilities and from that approach showing them that it wasn't their fault it's just because of the orientation of our genes. I think that would be those things also really important things that students need to know about. (…) ((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 15 Como o conhecimento científico é gerado))
415. Doenças genéticas	+	PB4	(00:03:02) E: Para mim seria importante delinear este conteúdo básico que básico que o senhor falou. Seria leis de Mendel, quem foi Mendel... (00:03:09) PB4: Isso, é... o que mais? (...) As doenças. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
	+	DB4	(00:07:39) (...) Uma outra frente aí, deveria se abrir em relação, que eu acho, digamos a dois temas, que tem muita relação com o cotidiano e com o que está presente aí na vida atual, vida moderna, que é trabalhar as questões das doenças genéticas (...).	(...) (00:09:14) Ou seja, eu acho que a grade curricular tem sim que estar centrada nessa questão da aplicação e com a conexão direta com a vida diária que implica em alimento, medicação e tratamento de doença e naturalmente tudo isso precedido de uma base que aproxime, que retome, que religue, conteúdos de divisão celular aprofundando para Genética Molecular. (...)

	+	PE3	(00:10:02) (…) Also I want them to have a basic knowledge of some genetic diseases just in case their own children have and they don't know what kind of help they need or where they can go to receive the help to take care of the kid. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
416. Câncer	+	DB4	(00:10:40) (...) É, então, se dá para pensar em módulos, em blocos tem que ter um bloco transgênicos, tem que ter um bloco célula-tronco , tem que ter o bloco doenças, câncer, talvez, e um bloco melhoramento genético para alimento (...)	(...) (00:04:41) Então, a primeira e fundamental questão, o norte que eu penso que tem que estar guiando uma reflexão sobre o que trabalhar no Ensino Médio é a questão de vincular os conteúdos com a vida cotidiana e com a prática que os alunos possuem, porque a gente sabe que eles ficam muito pouco motivados por um ensino de conceitos, de conteúdos que não tem relação com, que eles não conseguem visualizar em relação com sua vida prática. (...)
417. Doenças explicadas pela Genética mendeliana	+	DE6	(00:10:50) (…) I don't know if they have follow and learn everything about Mendel's experiments, I think it's good if they can but I think it's more important if they appreciate, you know, there are simple relationships determining Mendelian traits and give a few examples and explain, in some cases the genotype is determined in a very simple way, and give examples, genetic diseases something they can relate to (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
418. Distúrbios metabólicos: fenilcetonúria e albinismo	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) "(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é	"(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que

			importante. (...)”.	está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)”. ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
419. Transplantes e doenças auto-imunes	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) “(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)”.	“(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)”. ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
420. Síndromes	+	PB4	(00:03:02) E: Para mim seria importante delinear este conteúdo básico que básico que o senhor falou. Seria leis de Mendel, quem foi Mendel... (00:03:09) PB4: Isso, é... o que mais? (...)As síndromes.	((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e adquiridas))
421. Síndrome de Down 422. Síndrome de Turner 423. Síndrome de Klinefelter	+	PB4	((Conteúdo da Proposta Curricular do Estado)) “(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. (...)”.	“(00:00:17) Eu acho que todo o conteúdo de Genética que tem na proposta ela é importante. Por quê? Porque a LDB ela está embasada no...tem uma parte da LDB que está embasada no conhecimento científico. Então, está na lei que o aluno tem que aprender o conteúdo todo (...)”. ((JUSTIFICATIVA GERAL: 4. Características hereditárias congênitas e

				adquiridas))
424. Genética de Populações	+	PB5	(00:06:11) Mas, o que, eu acho fundamental associar a questão da herança propriamente. A ideia é trabalhar em três níveis (...) E um terceiro nível que seria um nível mais amplo, que aí vai de célula a célula, de indivíduo, para indivíduo, dependendo do indivíduo se é uni ou pluricelular, e aí a gente começa a fazer um pouco de Genética de Populações já trabalhando um pouquinho com a questão, mesmo, de Evolução. (...)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).
	+	DE1	(00:02:09) You can also have something called Population Genetics which is the study of the frequency of different alleles for different genes of a population. (…)	
425. Frequência gênica	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
426. A frequência dos diferentes alelos pra um gene pode variar com o tempo dentro de uma população	+	DE1	(00:03:22) (…) Population Genetics is similar to that where you have an understanding that the frequencies of different alleles for a gene can change over time for a variety of reasons some of which are accidental and some of which can be basically evolution and some will be stable and why… how you study the diversity in a population. Still that is some of the superficial understanding as far as I am concerned is what they need, basically what I have just said is what they need to know. (…)	

427. A variação da frequência de alelos de um gene de uma população pode ser decorrente por uma série de fatores, podendo ser acidental ou decorrente da evolução e em certos casos pode estar estável.	+	DE1	(00:03:22) (…) Population Genetics is similar to that where you have an understanding that the frequencies of different alleles for a gene can change over time for a variety of reasons some of which are accidental and some of which can be basically evolution and some will be stable and why… how you study the diversity in a population. Still that is some of the superficial understanding as far as I am concerned is what they need, basically what I have just said is what they need to know. (…)	
428. Variação	+	DE6	00:09:52) which brings me to the next point of course I think they have to have… they have to come to appreciate variation, where comes from (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de genética))
429. Variação genética	+	PE3	(00:03:21) (…) And then, with meiosis we just would like to talk a little about genetic recombination, the genetic variation so that they understand why we don't all look alike, that we have different alleles, we have different varieties because of that. (…)	(00:03:21) (…) And then, with meiosis we just would like to talk a little about genetic recombination, the genetic variation so that they understand why we don't all look alike, that we have different alleles, we have different varieties because of that. (…)
	+	DE4	(00:11:32) And then as I consider myself an evolutionary biologist, I think some introduction to the nature of genetic variation would be good. The diversity of life, among species, and certainly among individuals among within the species, I think are important concepts that an educated person should be aware of. (…)	(00:11:32) And then as I consider myself an evolutionary biologist, I think some introduction to the nature of genetic variation would be good. The diversity of life, among species, and certainly among individuals among within the species, I think are important concepts that an educated person should be aware of. (…)

430. Qual é a origem da variação	+	DE6	(00:09:52) which brings me to the next point of course I think they have to have… they have to come to appreciate variation, where comes from, that mutations happen, what a mutation is, that it is a change in the DNA that could passed on. (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))
431. Variação genética podem ser passada de geração para geração	+	PE3	((No início da entrevista entrega uma folha contendo os conteúdos que selecionou como básicos onde se lê: “More emphasis on meiosis and genetic recombination, genetic variation and mutations that can be passed to offspring”))	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 85 Divisão celular))
432. Como estudar a diversidade em uma população	+	DE1	(00:03:22) (…) Population Genetics is similar to that where you have an understanding that the frequencies of different alleles for a gene can change over time for a variety of reasons some of which are accidental and some of which can be basically evolution and some will be stable and why… how you study the diversity in a population. Still that is some of the superficial understanding as far as I am concerned is what they need, basically what I have just said is what they need to know. (…)	
433. Espécie	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
434. Evolução	+	PB5	(00:06:11) Mas, o que, eu acho fundamental associar a questão da herança propriamente. A ideia é trabalhar em três níveis (...) E um terceiro nível que seria um nível mais amplo,	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem 45. Relação entre herança e material genético)).

			que aí vai de célula a célula, de indivíduo, para indivíduo, dependendo do indivíduo se é uni ou pluricelular, e aí a gente começa a fazer um pouco de Genética de Populações já trabalhando um pouquinho com a questão, mesmo, de Evolução. (...)	
	+	DE3	(00:03:05) DE3: Classical Genetics, you see, you start with Classical Genetics anyway because the evolution itself is a very important fact.	(00:03:05) (…) I find Biology much different from Physics Sciences; it is different from Chemistry, Physics, Mathematics, because there are too many basic discoveries in those areas, you know. But in Biology there are only two basic discoveries. Everything else is revolving around it. The first important discovery in Biology of Biomedical Science is evolution and the second one is the structure of the DNA. (00:03:51) Everything else is secondary, those are the two primary discoveries. So once you understand those primary discoveries it probably will be easier for you to look into the secondary discoveries.
435. Teoria da Evolução	+	DB6	(00:00:45) (...) Então, eu acho fundamental noções de Teoria da Evolução, o que eu acho que algo que norteia todas as ideias que a gente deve ter sobre vida na Terra	(00:00:45) DB6: Na minha opinião o Ensino Médio devia enfatizar o que da Biologia é de conhecimento geral e acaba passando por todas as áreas da Biologia, ou seja, aquilo que se aplica desde as plantas, aos organismos superiores aquilo que eu considero mais abrangente. (00:00:45) (...) Então, eu acho fundamental noções de Teoria da Evolução, o que eu acho que algo

				que norteia todas as ideias que a gente deve ter sobre vida na Terra
	+	DE3	(00:04:28) E: Is there more specific content that you see as important for students to know? (00:04:36) DE3: No, because I think they should learn about the Evolution, basic Theory of Evolution, basic structure of DNA, and some of the implications in Modern Biology of that structure of the DNA.	(00:03:05) (…) I find Biology much different from Physics Sciences; it is different from Chemistry, Physics, Mathematics, because there are too many basic discoveries in those areas, you know. But in Biology there are only two basic discoveries. Everything else is revolving around it. The first important discovery in Biology of Biomedical Science is evolution and the second one is the structure of the DNA. (00:03:51) Everything else is secondary, those are the two primary discoveries. So once you understand those primary discoveries it probably will be easier for you to look into the secondary discoveries.
436. Seleção Natural	+	DB4	(00:13:59) (...)Do ponto de vista teórico, conceitual, também seria interessante os alunos conhecerem seleção natural (...) .	00:13:59) (...)Do ponto de vista teórico, conceitual, também seria interessante os alunos conhecerem seleção natural para então entender alguns dos processos que ocorrem, como a segregação de cromossomos (...)
437. A seleção natural controla as características boas ou não	+	PB6	(00:09:23) (...) eles precisam entender que os genes são susceptíveis e sofrem mutações; essas mutações produzem novas características que podem ser boas ou não, quem vai controlar isso é a famosa seleção natural, então todas essas coisas são importantes, não é? (...)	((Idem JUSTIFICATIVA GERAL:63. Localização do material genético dentro da célula)).

438.	Participação de situações que proposição de hipóteses a partir de dados analisados	+	PB2	(00:04:39) (...) Eu tenho um objetivo básico que eu falo que é fundamental, um aluno meu vai sair daqui sabendo, ele vai ter que olhar para dados de um problema e desse dado conseguir propor um modelo de herança compatível com esses dados (...). (...) (00:20:22) (...) Eu tentei enxugar, falar assim: "Qual é o essencial disso tudo que eu ensino". E aí é a mesma coisa: elaborar hipóteses a partir de dados sobre padrão de herança e relacionar comportamentos dos cromossomos a isso (...) .	(00:22:03) (...)"Ah! Mas qual é a relevância disso para o cidadão? Nenhuma. Eu não acredito em um curso de Biologia utilitário. (00:23:11) (...) Então, como objetivo principal é que o aluno aprenda no curso de Genética a produzir modelos explicativos a partir de dados no caso de Genética sobre herança. Para que serve isso? Para nada. Só para ele estruturar uma forma de pensamento que é compatível com o pensamento da Ciência e que é útil para a vida dele, até para ele se defender do uso da informação científica. (00:24:19) (...) eu tenho um volume só sobre transgênicos, não porque esses alunos vão consumir ou não transgênicos, mas porque eles são um bom exemplo de como lidar com argumentos científicos ou não científicos. E como eu acho que entender a argumentação científica ou não científica é importante para o cidadão comum, aí eu vou lá e uso transgênicos. Não porque o conteúdo em si é relevante para o cidadão, mas ele é um bom caminho para isso. ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: 86. Relação entre o comportamento dos cromossomos e os padrões de herança)). ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: 10. Filosofia da Ciência)).
439.	Participação de situações que	+	PB2	(00:35:05) (...) Então, eu não consigo dar um curso de Genética, sem falar... eu... sem falar	(00:08:46) (...) Apresento um, aqui eu coloquei, vocabulário específico, por que eu

envolvam o uso do vocabulário próprio da Genética.			homozigoto, heterozigoto.	quero que ele use um vocabulário especifico da área, porque se eu quero que ele colete dados muito bem, ele vai ter que saber uma linguagem adequada para compreender esses dados. (00:09:43) Então, os dados não vão aparecer do jeito que ele gostaria que aparecesse. Então, ele é que vai ter que enxergar que homozigoto significa isso, que haploide tem esse significado. (...) E na prova eu nunca vou perguntar, eles sabem disso, eu nunca vou perguntar o que é. Ele nunca vai precisar definir aquele conceito mas no texto aquilo vai aparecer sem preocupação. Então, se eu coloquei essas palavras na prova, eu não tenho que explicar isso para o aluno. Ele tem que saber isso. (...) Nenhum pouco, mas para o vocabulário especifico de Genética que é o que eu estou me aprofundando com eles para desenvolver essa estrutura de pensamento eu preciso dessas palavras. Agora um cidadão comum, precisa saber a diferença entre um hetero e um homozigoto? Não. Eu tive até uma experiência com uma série de profissionais de comunicação, eu estava gravando um programa e falando de heterozigoto, homozigoto, e aí eles começaram a me perguntar sobre isso. Você via que eles já tinham ouvido falar essas palavras na escola, mas eles não lembraram o que era. E aí chegou lá no meio do programa e eu

				expliquei para eles e assim supriu as dúvidas que eles tinham. Ou mesmo na novela, no Clone. Todo mundo ficou detonando a novela no último episódio, por que queriam um bom argumento para falar que o clone devia ficar com a barriga de aluguel, e não com o... era barriga de aluguel e doadora de óvulo na Novela. (00:37:16) E não com o pai do material genético. Aí falaram de DNA mitocondrial. Falaram assim. Mas no óvulo, tem a mitocôndria que tem material genético que é da mãe. Então, ela tem direito sobre a prole dela. Só que aí construíram essa frase de uma maneira muito tosca. Falaram: "A mitocôndria é uma célula que tem DNA e que ta só no plasma do sangue da mãe. Aí toda a Biologia, todo o Departamento de Genética ((ele está se referindo ao Instituto de Biociências e ao Departamento de Genética da universidade na qual se formou)) caiu matando falando assim: "É um absurdo falarem isso". Eu falei: olha, todos os envolvidos com a produção da novela com a criação da novela, com a realização da novela e a maioria da audiência, a maioria não, uma boa parte da audiência tem Ensino Médio completo. E todos não viram problema algum em falar que a mitocôndria é uma célula, que está no plasma da mãe e passa para o filho. Então, se essas pessoas não veem problema por que eu é que vou

				ficar reclamando, ah: ele teria que saber isso. (00:38:23) Não tem que saber isso, por que não serve para nada. Ela falou um montão de palavras difíceis e isso cumpriu o papel se eu quiser defender um argumento sobre o nome da Ciência, então meu argumento ele vai se tornar científico se eu usar uma palavra difícil. Eu preciso mostrar para o aluno que essa palavra difícil ela tem falhas conceituais, ela tem falhas argumentativas, estruturais. E ele tem que falar: "Ele está falando um montão de coisas que eu não entendo, mas qual é a lógica disso? Ele está se baseando em dados?" "Não, não está". "Então, eu não vou acreditar nesse cara que está falando só de maneira difícil. ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: 86. Relação entre o comportamento dos cromossomos e os padrões de herança)). ((Idem JUSTIFICATIVA GERAL: 10. Filosofia da Ciência)).
	+	PE1	((Idem item 2. Definição de informação genética))	((Idem item 2. Definição de informação genética))
	+	DE6	(00:24:10) I think what's more important at this stage, there is a few key terms you can't escape, gene, chromosomes, DNA, nucleus, you know, and certainly having at least a minimal vocabulary is important (…)	((JUSTIFICATIVA GERAL: Idem item 1. Definição de Genética))

Memorandos analíticos:

Sobre desenvolvimento da Genética (grande abrangência) 264
Sobre experiência do entrevistado 265
Influência: vestibular 268
Compreensão e interesse do aluno e Considerações sobre o ensino 269
Problemas e Exercícios 280
Ética desvinculada da técnica 283
Biotecnologia outros argumentos a serem discutidos: 284
Leis de Mendel ou Genética Molecular? 299
Características complexas: 301

Sobre desenvolvimento da Genética (grande abrangência)

(00:34:00) PB2 (...) É muito mais uma estrutura de argumentação que ele precisa aprender, e daí eu volto para a estrutura do pensamento do que o conceito em si. Porque tem muito conceito em Genética

(00:34:00) PB2 (...) Genética a gente está no meio do furacão (...) Há 50 anos atrás a gente mal sabia que existia o DNA. Hoje ele virou assunto de sala de aula.

(00:01:55) DB1 “Então, apesar de você pegar o conhecimento nessa área, a explosão do que está sendo gerado, é incrível em informação. Então, se a gente se preocupar em dá toda informação é uma loucura”.

(00:04:45) DB3 (...) se tornou muito difícil para nós em determinado momento, nós que eu digo, nós que ensinamos Genética, porque houve uma explosão de informação a partir de 70, 80 para cá, né? (...) se tornou praticamente impossível você abordar os temas atuais, porque é uma quantidade muito grande.

(00:24:00) DB5 (...) Peguei um livro do ((fala o nome de um docente que escreve livro didático para Ensino Médio))... os últimos livros do ((repete o nome do docente)), a quantidade de informação que tem... eu até comento com ele, mas ele fala assim “A gente

tem que fazer um livro e o pessoal pede que você coloque isso no livro." Se isso vai ser trabalhado no curso...? Evidentemente que é impossível você trabalhar tudo o que tem ali em um curso. Mas eu acho que o mais importante é a abordagem. Se bem dado, ainda que pouco, as pessoas sabem do que se trata. Se você dá um calhamaço (00:25:00), entra por um ouvido e sai pelo outro.

(00:00:30) DE3: See, I think Biology and Biomedical Sciences, are growing very very fast, It's almost like Industrial Revolution that we saw seven hundred years ago. It's just even faster now this kind of revolution in two areas one is in Biology and another one is in Electronics because the technology is moving really really really fast, so fast that the legal and religious systems cannot keep up with it.

Sobre experiência do entrevistado

PB1
(00:05:35) E: Como você faz este gancho do DNA com o aparecimento de novas doenças?

(00:05:46) PB1: Eu trabalhei muito tempo na área de saúde também. Eu trabalhei 20 anos na área de saúde. Então, dá para eu puxar uma coisa ou outra. Nas revistas vem muito esta questão do DNA, do porque estão aparecendo novas doenças, o que estão fazendo de pesquisa em relação à doença, se a herança se puxa de uma família que já tem.

PB2
(00:01:13) PB2: (...) Não é uma escola que prepara os alunos para o vestibular, assim: nosso enfoque é o vestibular. Nosso enfoque é também o vestibular. A gente acha que tem que dar oportunidade para esses alunos escolherem inclusive o vestibular. Mas não é só para isso que a gente dá aula. Então, se eu tiro essa questão do vestibular eu vou falar de outros assuntos, entendeu? Eu sou professor de primeiro ano. O primeiro ano tem um curso de uma série de objetivos que transcendem um pouco o vestibular ou o ENEM. São objetivos de primeiro ano para essa escola. Essa escola coloca algumas metas para o primeiro ano do Ensino Médio. Esse aluno ele vai lhe dar ao longo do Ensino Médio com uma carga conceitual muito grande. (00:02:28) Então, ele precisa aprender a estudar. Algumas coisas ele já aprendeu no Ensino Fundamental, outras não. A gente também recebe muitos alunos de outras escolas. Então, eu preciso garantir que esses alunos aprendam a estudar. A carga de conteúdo que eu trabalho no primeiro ano é muito pequena comparada com

as outras séries porque eu vou gastar tempo ensinando a anotar no caderno, a analisar gráfico, coisas que depois eu posso despejar enxurradas de conteúdo e esse garoto ele consegue lhe dar com isso. (...)

(00:09:43) (...) Eu tenho muito tempo até com esses alunos, eu tenho três aulas semanais cada uma de 75 minutos. (00:10:53) Então, eu tenho a possibilidade de trabalhar muitos padrões de herança com eles e é um grupo de alunos que lida muito bem com essa cobrança. Para eles não é novo eu mostrar coisas tão diferentes, assim eles estão acostumados com isso.

(00:20:22) PB2: (...) Então, eu lido com essa realidade que eu te falei dos 75 minutos, mas eu lido também com a produção de material que vai nortear o currículo de escolas públicas de Biologia, em assim, três encontros semanais de 50 minutos, dois, dois encontros de 50 minutos ao longo de oito semanas. (...)

(00:02:14) PB5: (...) Talvez a minha entrevista fique um ponto fora curva, da sua curva de Ensino Médio, por que na verdade eu fiz mestrado e doutorado em Biologia Molecular. Então, para mim sempre foi muito claro o que os alunos tinham que ter minimamente de Genética. Então, lá no Rio, eu sempre trabalhei com Ensino Médio, mas um Ensino Médio, mas um Ensino Médio com um pessoal que também tinha uma titulação alta.

PB6: (00:01:41) (...) Agora, até herança de sexo, não é problema, trabalhar com Genética de Populações também não é difícil desde que..., eu noto isso porque eu trabalho com alunos de colégio do Ensino Médio, mas também trabalho com os alunos do cursinho.

DB1: (00:30:32) "Eu não pesquiso em educação. Então, o que eu estou falando é um acho muito intuitivo e acho que pouco científico, pouco embasado. Então, talvez se eu tivesse mais informações, algumas coisas que eu te falei agora eu poderia até mudar de opinião".

(00:02:52) DB3: É na realidade eu tenho pouca experiência em relação aos currículos do Ensino Médio. Há muitos anos atrás, eu dei aula no Ensino Médio, mas foi há muitos anos realmente. Então, para mim é um pouco difícil dizer o que é importante o aluno do Ensino Médio sair sabendo sobre Genética, porque de fato minha experiência não é com Ensino Médio (...).E a única experiência que eu tenho com relação a conteúdos de Ensino Médio é o que tem caído em vestibular, que é um viés absolutamente horrível. Na verdade, você vê o que vai se ensinar no Ensino Médio, em função do que se pede no vestibular.

(00:01:02) DB4 Bem eu estou aqui no Instituto de Biociências, não sou uma pesquisadora da área de Genética, eu sou uma ex-professora de Biologia do Ensino Médio, que fez mestrado, doutorado e pós-doutorado em história da Biologia e estou aqui agora ocupando um cargo, uma vaga destinada a pensar, a trabalhar com ensino de Biologia junto à licenciatura. Portanto, pretendo utilizar a

bagagem enquanto docente de Ensino Médio que fui, quanto minha bagagem de pesquisadora de História da Ciência para pensar modalidades de ensino de Biologia para o Ensino Médio e o Ensino Fundamental e vou me ocupar aqui com a formação de futuros professores, né?, os biólogos que estão aqui que optaram pela licenciatura, vão fazer, pelo menos, três disciplinas comigo que são bastante voltadas para o ensino, que é Ensino de Biologia, uma disciplina mais introdutória, mais geral, mais para despertar e motivar nesse ingressante do curso de Biologia, o interesse pelo desenvolvimento de uma barreira na docência e o norte que eu vou utilizar, para esse aluno, é mostrar para ele que a docência também é casada com a pesquisa, ela pode ser casada com pesquisa, e a área de pesquisa de ensino de Ciências que se desenvolveu aí nas últimas décadas é uma prova disso, então ele não precisa partir para a docência como última alternativa de vida ou de mercado de trabalho, mas como opção consciente, dada desde o início, uma vez que ele consiga vislumbrar nessa opção também a possibilidade de desenvolver pesquisas. Então, esse é um desejo que eu tenho, vou procurar desenvolver aqui nessa disciplina de ensino de Bio. E vou trabalhar também com Ensino de Biologia Molecular e Ensino de Genética. Portanto, nesses momentos eu vou sim ter que privilegiar com esses estudantes de Biologia, privilegiar com eles as discussões em torno do que é fundamental que o aluno de Ensino Médio, ou Ensino Fundamental aprenda sobre esses conteúdos. Como eu estou chegando eu tenho apenas ideias gerais, né? As duas disciplinas, eu vou desenvolver, uma para ministrar em 2009 e a outra em 2010, então eu estou ainda muito em início de projeto. Mas eu tenho algumas ideias, inclusive algumas delas que eu pude, digamos assim, verificar junto aos colegas com os quais eu vou trabalhar em algumas dessas disciplinas. E que são os pesquisadores daqui. São os cientistas que estão fazendo o seu trabalho em Biologia Molecular ou em Genética. Então, nos meus encontros com eles eu tenho visto que tem algumas coisas que são eu não digo de senso comum, mas eu digo que são já de consenso e que dizem respeito a conteúdos.

E: Uma questão. Você falou da importância de se falar do melhoramento genético, do tratamento das doenças e ao falar nisso, você acha que também seria básico entrar nas técnicas? Por exemplo, como isso ocorre. VocÊ acha que seria básico entrar nessas técnicas?
DB4: Bom isso, é o que eu falo, eu acho importante, agora esse é exatamente o lado que eu estou menos habilitada a te falar, por hora, né? Justamente, porque a área, é... eu fiz Biologia há muito tempo, a Genética é absolutamente outra do que a que eu estudei, então agora eu vou... Só que o conteúdo, a parte teórica a gente acompanha, então eu não me sinto assim tão desatualizada. Agora, exatamente na parte de técnica, eu estou desatualizada. Eu tenho que aprender ainda o que é isso.

DB5: (00:29:00) (...) Na verdade eu estou mais para a Genética da mosca, porque eu trabalho com moscas (...)

DB6: (00:04:44) Então, vou dar um exemplo da minha área, eu sou Geneticista Humana, então pra mim incomoda, por exemplo, você dá a hereditariedade, você dá os fundamentos nas ervilhas, é obvio que a história de um monge que fica cruzando ervilha não é muito excitante para o estudante de Ensino Médio. (...)

(00:04:33) E: Ok. So, what kind of Biotechnology do you think that it's important to teach to students? You said cloning, I don't know if you think that there's something more that is important.
(00:04:53) PE4: I think that…You know I don't believe teach ones…I guess this is a hard answer because (00:05:00) I am not a true biology teacher. I teach it but I don't have a major in it.
(00:05:04) E: Ok, don't worry.

Influência: vestibular

(00:01:13) PB2: (...) Por que eu acho que isso vai fazer um pouco de diferença, porque, assim, isso molda um pouco a possibilidade de resposta. Por que, assim: que escola que eu estou dando aula? Eu estou dando aula numa escola que atende um público que tem como expectativa a universidade, tá? Não é uma escola que prepara os alunos para o vestibular, assim: nosso enfoque é o vestibular. Nosso enfoque é também o vestibular. A gente acha que tem que dar oportunidade para esses alunos escolherem inclusive o vestibular. Mas não é só para isso que a gente dá aula. Então, se eu tiro essa questão do vestibular eu vou falar de outros assuntos, entendeu? Eu sou professor de primeiro ano. O primeiro ano tem um curso de uma série de objetivos que transcendem um pouco o vestibular ou o ENEM. São objetivos de primeiro ano para essa escola. Essa escola coloca algumas metas para o primeiro ano do Ensino Médio. Esse aluno ele vai lhe dar ao longo do Ensino Médio com uma carga conceitual muito grande. (00:02:28) Então, ele precisa aprender a estudar. Algumas coisas ele já aprendeu no Ensino Fundamental, outras não. A gente também recebe muitos alunos de outras escolas. Então, eu preciso garantir que esses alunos aprendam a estudar. A carga de conteúdo que eu trabalho no primeiro ano é muito pequena comparada com as outras séries porque eu vou gastar tempo ensinando a anotar no caderno, a analisar gráfico, coisas que depois eu posso despejar enxurradas de conteúdo e esse garoto ele consegue lhe dar com isso.

(00:09:24) E: Por que o senhor considera que esses conhecimentos são básicos para a formação dele enquanto cidadão? Qual a justificativa que o senhor daria para a escolha desses conteúdos.
(00:09:36) PB4: Para eles saberem a existência da Genética, que ele pode saber o tipo de sangue dele, as compatibilidades, ter uma noção sobre doenças que ocorrem. Então, por exemplo, saber o que é a doença saber o que é uma síndrome causada pela Genética. Então, ele vai ter um conhecimento básico, né? Não vai ser científico igual a gente saiu da faculdade.
(00:10:02) E: Para ele ter um conhecimento básico na área sobre...
(00:10:06) PB4: Ah, sobre a saúde dele em si, né? As características de um filho. Entendeu? Isso aí realmente é um cidadão crítico. Ele sabe o que está acontecendo. Porque se você for pensar na realidade todo conteúdo é importante. É que não dá. Realmente não dá para você encher e sair daqui um... um cara fazer um heredograma, um genograma. Eles fazem aqui na lousa naquela... Entendeu? Porque

você não...é... o Estado para mim perdeu o objetivo (...) porque você não sabe se vai colocar o cara no vestibular ou se ele vai ser só um cidadão. Entendeu? E aqui nessa região o cara não tem interesse no vestibular. Isso fica pesado para a gente. Você pode chegar na lousa e jogar uma carga de monoibridismo, começar explicar, fazer os cálculos, eles só vão interagir ali naquele dia, depois... Você entendeu? Então, a carga teórica para esse aluno é muito pesada. Agora eu já trabalhei em outros lugares onde os alunos tinham mais interesse. Mas, a quantidade de aula é muito pouca. Duas aulas por semana para dar Genética, entendeu? É muito pouco, você tem que pincelar.
(00:12:33) PB4: (...) o maior problema do Estado mesmo é a quantidade de aulas. Eram 360 horas, agora acho que dá só 180 ou 200 e uns quebrados, então reduziu muito a carga horário de aula, mas também não é só em Biologia, em Física, em Química. Porque, você sabe o conteúdo que tem de Química e de Física. O aluno sai daqui com duas áreas desse conteúdo, não vai dar nada! Você sabe o vestibular que você enfrentou ((risos)). Porque à vezes os alunos comentam de cursinho e tal mas... no cursinho tem isso, no cursinho tem aquilo outro, mas lá no cursinho o cara só está relembrando o que ele já aprendeu no Ensino Médio. Então, eles não sabem o objetivo. Então, o Ensino Médio do Estado perdeu um pouco aquele objetivo de colocar o aluno no vestibular. Isso ficou meio duvidoso na proposta, por que como você vai garantir a alguém de prestar um vestibular sendo que a carga horária não cobre.
(00:13:37) PB4: Então, você acha que hoje em dia você a preocupação do Estado está mais em?
(00:13:40) formar um cidadão crítico. A gente fala que tem os objetivos, garantir calculo, leitura e escrita, não importa o conteúdo.

(00:37:59) PB6: Não sei. Como eu te disse eu sou muito crítico né? Eu sou muito crítico, então se você pegar, provavelmente, um professor do Ensino Médio de uma escola, pegar ao acaso no Brasil inteiro, você vai ver que é totalmente diferente do que eu falei para você. Então, eu sou muito crítico. Eu acho que o aluno tem que ser cobrado. Você vê, a minha vontade de explicar tudo isso, também está associada ao fato que o aluno tem que ser cobrado. Se você não cobra, o que adianta? Ele reteve o que? Como é que você vai saber o que ele reteve? E depois, ele terminando o Ensino Médio, o fim do Ensino Médio, na verdade, não dá nenhum título ao aluno. Então, uma grande prova de que ele reteve ou não reteve é o vestibular, quer queira, quer não.

Compreensão e interesse do aluno e Considerações sobre o ensino

(00:03:00) PB1 (...) quando eu entro na primeira Lei de Mendel, na segunda Lei de Mendel eu acho isso importante. Para eles é uma matéria mais chata, para eles é mais cansativo, quando você chega na parte de cruzamento, então para eles é tudo muito complicado. Mesmo por que entra Matemática e você tem que ter a porcentagem, probabilidade, então fica um pouco mais por que eles dizem assim “eu nunca vou usar, então não vou aprender”. Aí, quando chega na parte de Genética fica meio complicado quando chega na primeira lei de Mendel, na segunda.

(00:10:53) PB2 (...) Então, eu tenho a possibilidade de trabalhar muitos padrões de herança com eles e é um grupo de alunos que lida muito bem com essa cobrança. Para eles não é novo eu mostrar coisas tão diferentes, assim eles estão acostumados com isso. Então, em uma aula eu dou epistasia e aí eles estão prontos para na próxima aula trabalhar com herança quantitativa. Eles não vão precisar de um mês para aprender aquilo. Então, eu vou ir bem rápido com esses conteúdos.

(00:03:39) E: Quando o senhor está ensinando o básico do básico o senhor acha que é importante abranger transcrição, tradução...
(00:04:08) PB4: É a parte de Biologia Molecular, né? Sim. Essa parte é complexa para o aluno, entendeu? Porque Muitas vezes eles não se lembram do núcleo da célula, né? Então, a gente tem que dar uma pincelada para relembrar e dizer onde ele está.

(00:08:22) PB4: (...) Mas informação que eu digo, é a mais recente de tecnologia mesmo, uma pincelada. Não dá para dar assim uma coisa muito científica, e envolve o interesse do aluno, também, nisto aqui. Muitos alunos não se interessam, né?
(00:08:56) E: Eles não se interessam por esses assuntos novos?
(00:08:58) PB4:É você comenta e o cara não retorna um interesse legal. São poucos alunos interessados. Eu não sei se é nessa região. Mas talvez seja pelo nível de informação.

(00:09:13) E: O senhor fala que então que eles não tem muito interesse por esses assuntos: células-tronco, transgênicos.
(00:09:21) PB4: Não.
(00:09:22) E: Isso não chama muito a atenção deles?
(00:09:23) PB4: Não. Não chama muito a atenção.

(00:04:48) PB5: Então, eles já reconhecem o DNA, mas ainda é difícil para eles realmente entenderem o que vem a ser a molécula. Sinto uma dificuldade muito grande na questão de transposição de letras para moléculas tridimensional. Então, a gente tenta trabalhar um pouco com eles esse aspecto.

(00:07:14) PB5: Hoje não tem jeito. Eu não consigo não consigo não falar do funcionamento do DNA como ele tem que ser falado. Então, entra tudo, aqui está entrando tudo, está entrando introns, éxons, *splicings*, está entrando RNA de interferência. Está entrando epigenética já, que é um ponto que sempre foi muito difícil. Agora eu não vou dizer que é uma coisa fácil.

(00:09:46) PB5: Aí eu resgato as questões conceituais clássicas tipo: haploidia, diploidia, eles fazem uma confusão danada, para falar "Ah os seres humanos tem 23 cromossomos". Eles falam, "mas não são 46?" Eles ficam tão... "Então, não são três bilhões são seis bilhões" cada pessoa em cada célula três bilhões. Eu falei "Sim, mas são duas versões da mesma informação". "Ah, mas eles são

idênticos professora". "Não não, são idênticos". Isso eles estão começando a entrar, aqui a gente está fazendo assim. Tentando fazer assim, mas não está fácil, não. E isso requer um conhecimento mais, digamos, uma abstração maior, né? (...)

(00:00:05) PB6: Olha. Para ele se tornar um cidadão crítico, é bastante difícil. Porque, veja, você ensina a Genética Clássica, a primeira e a segunda lei de Mendel, os grupos sanguíneos, essas coisas, ele aceita bem, ele gosta e acha emocionante montar heredogramas e acha legal calcular probabilidade. (...) Agora, até herança de sexo, não é problema, trabalhar com Genética de Populações também não é difícil (...) (00:03:27) Agora quando você começa a entrar em coisas mais modernas como por exemplo transgênicos, eles aceitam a ideia de transgênicos, alguns ainda são relutantes, mas isso ainda já faz parte de um certo passado. Eles aceitam a ideia. Eles entendem o que é um transgênico. Quando você diz que um transgênico é um organismo que contém genes de outras espécies, tudo bem. Só que o como...isso é difícil para eles. (...)Mas, no momento do como é que fica difícil, já pensou em falar em enzimas de restrição para eles? Como vai falar em enzimas de restrição, que existem dezenas de tipos diferentes, que são produzidos por bactérias. Para começar bactérias para eles é uma coisa... é um negócio que causa doenças. Para começar (00:05:16) (...) Então, a Genética Clássica é tranquila, mas quando chega na Genética mais moderna, até enquanto você diz a duplicação do DNA semi-conservativa. Você faz na lousa, bonitinho. Todo mundo entende. Você pode trazer um vídeo, um negócio, tudo mundo entende. Mas agora, transcrição, então o DNA se abre para produzir o RNA mensageiro e aí vai lá faz as proteínas tudo, e tudo isso é uma coisa mecânica, mas dá para entender, existem vídeos muito bons sobre isso. Agora o problema é a parte mais moderna, né? A parte mais moderna passa digamos a anos luz de distância deles, porque eles não tem vivência com o laboratório.

(...)

(00:07:15) Hoje, depois que o aluno termina o Ensino Médio, ele ainda tem dificuldade em entender que as flores das ervilhas são hermafroditas, que as ervilhas não precisam de agentes polinizadores, que as ervilhas se polinizam sozinhas, a auto-fecundação. (...)
(...)
(00:09:23) (...) Agora, quando se quer, digamos, entrar em outras áreas eu acho que o aluno aceita as coisas, desde que sejam reais, ele consiga perceber aquilo. (00:09:37) Se eu falar para o aluno: "Olha! Pais de olhos castanhos podem produzir filhos de olhos azuis. Bom, tudo bem". Ele fala: "Mas isso é fácil". Ele consegue ver. Você fala para ele "Olha um cão, um cão labrador ele é chamado de dourado, por que os pelos não fixam pigmento... E assim por diante, ele consegue entender tudo isso.

(00:23:26) E: Então, o senhor acha que é possível. Dentro do Ensino Médio cabe ele aprender esses conteúdos básicos que o senhor falou, e também esses conteúdos... Assim, eu pergunto porque alguns entrevistados acham melhor deixar isso para algum outro momento da vida deles, eles se informarem depois...

(00:23:46) PB6: Não, Não, de maneira alguma...
(00:23:56) E: ...e focar na Genética Clássica, porque o entrevistado considera que se for tentar dar conta das duas coisas, são muitos conteúdos, eles acabam não dando conta de aprender tudo. Você acha que não? É possível pela experiência do senhor?
(00:24:14) PB6: Olha, eu acho que é possível porque são coisas decorrentes, uma decorre da outra, porque você não vai desvincular para considerar algo a parte, que só pode ser ensinado depois e olha é melhor deixar, não. Eu acho que tudo pode ser ensinado. Eu acho que a base é a Genética Clássica, em cima dessa base quando você ensinou DNA, RNA, você já pode ensinar o que são transgênicos, embora a metodologia para ele compreender seja difícil. Mas ele entende que... eu falo para ele que existe hoje em dia, existem eucaliptos transgênicos para produzir mais celulose e com isso você corta menos árvores para produzir papel. Ele entende isso. Ele entende quando eu falo para ele que existe o milho Bt. O milho Bt tem o gene de uma bactéria para produzir uma toxina que é só tóxica para as lagartas. Ele entende tudo isso, não tenha dúvida. Agora, se ele me perguntar como é que faz para pegar um gene e botar no milho. Isso é mais difícil dele entender, em virtude de não ter um laboratório, "Vamos para o laboratório, que eu vou te explicar como faz". Isso, aí...
(...)
(00:26:04) E: mesmo sendo mais difícil, você acha que é essencial que eles saibam?
(00:26:07) PB6: Mesmo sendo mais difícil, por que existe um questionamento no dia-a-dia dele, que ele ouve falar em células-tronco, então ele precisa saber o que são células-tronco, mesmo que você não tenha ali para mostrar para ele, sabe, mas ele precisa saber.
(...)
00:27:18) E: Na prática do senhor, mesmo ele tendo mais dificuldade ele sai do Ensino Médio sabendo isso, ou então ele sai com alguma noção, mas ainda confuso, assim, como que ele sai do Ensino Médio? Não sei se vocês conseguem abranger tudo isso. Se é possível...
(00:27:40) PB6: Nós conseguimos abranger tudo isso. Agora é difícil, eu não saberia dizer para você como o aluno sai. Vai depender muito da escola, da política da escola, da política de ensino, vai depender do próprio professor que está ensinando as coisas para ele. Primeiro a gente não pode subestimar o aluno. (...) (00:28:19) (...) Agora, eu não posso, explicar para ele, mesmo porque por falta de laboratório, por falta de uma química que ele precisa saber para fazer todos aqueles experimentos. Isso, sempre isso ele vai aprender em nível universitário. Mas eu consigo chegar e dizer para ele o que é um organismo transgênico. Então, quando ele ouve falar em organismo transgênico ele pode julgar de acordo com o que ele aprendeu, por exemplo, comigo, quando ele ouve falar que a clonagem pode ser importante para preservar alguns animais em extinção. Ele consegue entender o que é clonagem. (00:29:24) Ele consegue entender que as células-tronco são pluripotentes e que podem vir no futuro... e não fazer promessas vãs como a imprensa faz, no futuro podem vir a se transformar em ferramenta extremamente útil para tentar a cura de anomalias genéticas e tudo mais. Então, o aluno tem que saber tudo isso. Agora, de novo eu insisto, a tecnologia, como é feito isso, ele vai aprender em nível universitário. Porque só as faculdades, em boas faculdades, não são todas, têm laboratório para que eles possam aprender a trabalhar com isso. Mas isso pode estimular ele a se orientar para uma área da saúde, por exemplo. Sabe, essas coisas são estimulantes para os alunos.

(00:30:10) E: Então, deixe-me ver se eu entendi, o senhor acha que na verdade ele vai acabar aprendendo mais no ensino superior, a técnica ...
(00:30:19) PB6: Sim. A técnica no ensino superior.
(00:30:21) E: ...mas o senhor acha importante também abordá-la no Ensino Médio?
(00:30:26) PB6: Sim. Sem dúvida, sem dúvida.
(...)
(00:30:42) (...) Mas, não pode deixar de dar as informações para os alunos. Porque eles estão na escola para aprender. Se eles não aprendem na escola, eles vão aprender aonde? E de que modo vão aprender? Não é?
(...)
(00:33:21) PB6: (...)Tem que ensinar, porque o aluno pode não ter outra oportunidade na vida. Então, aquela oportunidade tem que ser aproveitada. Mesmo você olhando para a sala e às vezes você vê alunos que estão em outro mundo, né? Mas eu acho que existem aqueles que estão acompanhando o que você fala.

(00:10:01) DB2 (...) Eu acho que o aluno ainda não tem maturidade para entender isso na sua plenitude. E aí tem um outro problema, tudo que ele escuta, de uma maneira rápida, de uma maneira não compreensível, de uma maneira, assim, vamos dizer burocrática, porque vai cair no vestibular, por exemplo, ele acha de alguma maneira que sabe. Ele fica até meio resistente a aprender isso de uma maneira mais profunda e mais correta. Eu vejo isso pelos próprios alunos de Biologia que chegam aqui. (...)

(00:14:32) DB2: Eu acho assim. E isso, a gente até eu trabalho, tenho a oportunidade de trabalhar assim com professores de Ensino Médio que vem fazer curso de atualização aqui e a gente percebe que esses conceitos nos professores não estão sedimentados. Esta base que eu estou falando para você que é importante. Então, realmente eles ficam meio perdidos quando eles leem notícias da mídia, porque estão partindo do que para ler aquela notícia, né? É uma coisa complicada.

(00:13:35) E: Certo. A senhora me falou o que vocês consideram fundamental aqui para o curso de Biologia, para os alunos de Biologia, e essa parte também se estenderia ao que a senhora considera importante para os alunos que estão saindo do Ensino Médio. Seria isso?
(00:13:20) DB3: Eu acho que sim. Se eles viessem com isso bem amarrado, eu acho que a gente podia partir para uma outra etapa aqui na graduação. Mas como eles veem com esses conceitos absolutamente dispersos, perdidos dentre de um contexto de informação genética acaba você continuando a ressaltar importância desse conceito, você entende? De um outro ponto de vista, uma outra

abordagem. Mas, de fato eu considero que isso é fundamental se eles saíssem com isso bem feito do Ensino Médio seria perfeito para nós.
(...)
(00:14:44) DB3: Pois é, eu acho assim, na verdade eu considero que da maneira como está sendo dado no curso do Ensino Médio, esses conceitos todos, era melhor que não desse. Porque ele está sendo dado sem o conceito correto, então acaba soltando um monte de palavras, como se fosse um glossário na cabeça de um indivíduo, isso não faz muito sentido, né? Então, ah, por exemplo, DNA, bom, será que algum dia na vida alguém falou que aquele DNA é o próprio gene? Nós estamos falando de Genética, estamos falando de gene e não estamos falando de DNA. Então, ele chega aqui achando que DNA é DNA, gene é gene. (00:16:00) Então, uma coisa está numa gavetinha e outra coisa está em outra gavetinha. Então, eu acho assim, por isso que eu falo para você, é preferível que não falasse sobre isso por que, pelo menos não vinha com esse viés de conceito, né? (…)

(00:10:00) DB5 Eu não lembro de muito mais dessa parte de Genética e código genético, da parte de Biologia Molecular que vem associada com a Genética. Mas o que a gente tem percebido, inclusive de alguns alunos que chegam aqui à universidade, é que essa dúvida ela persiste. Não sei se porque esqueceram, se a coisa não foi bem dada no colégio ou se porque com o bombardeamento de informação equivocada a pessoa acaba incorporando aqueles conceitos que são colocados erroneamente nesses documentários ou algumas vezes até em artigos de revistas ou jornal. Por exemplo, é muito comum você ver o pessoal em dúvida (00:11:00) quanto à ideia de código genético. O pessoal imagina Muitas vezes que código genético é uma coisa particular de cada indivíduo, que cada um tem o seu código genético...você escuta Muitas vezes...Ou então: “nos códigos genéticos ou no código genético de tal organismo”, isso não faz sentido nenhum. O código genético é um só. Ele é um só, é utilizado de vírus até mamíferos. Então, porque falar em códigos genéticos? E agente escuta esse tipo de coisa frequentemente. Isso tem a ver com Genética? Tem a ver com Genética e com Biologia Molecular, um conceito que normalmente é trabalhado na escola, mas que a gente tem visto problemas na hora que a gente recebe estes alunos aqui na universidade. E Muitas vezes a gente tem que voltar a um conceito que deveria ser muito claro para esses alunos desde a época do colégio.

DB5: (00:40:01) (...) Então, aí esses conceitos de Biologia Molecular precisam de alguma maneira se entrelaçar e que tudo fique muito claro em relação à Genética, pensando em cromossomos: conceito “cromossomo”, conceito organismos “haploide”, conceito “organismo diploide”. Os alunos não podem ficar com essas dúvidas: “Bom, mas espera aí, é uma dupla hélice... mas aí no cromossomo como é que...mas espera aí é uma cadeia só em um cromossomo e aí a complementar está no cromossomo homólogo?” Precisa (00:41:00) trabalhar isso bem. Porque essa confusão chega aqui na faculdade. Não chega a 100% dos alunos, mas você vê gente que faz a confusão. (...)

(00:04:55) DB6: Então, o cara vê a Teoria da Evolução aqui, aí ele vê a meiose aqui na Biologia Celular, aí ele vê o Mendel lá e eu fico angustiada em pensar será que os professores têm essas sínteses nas suas cabeças pra conseguir passar isso para os alunos? Então, tem hora que eu fico meio angustiada. Entendeu? Dá a impressão de que é talvez o professor que não esteja muito apto para fazer essa síntese. Então, eu não acho que os conteúdos estão inadequados, eu acho que a forma com que eles são processados é que está esquisita

(00:11:45) DB6: (...) Estou cansada de ouvir aluno da Universidade, até professores dessa Universidade usarem esse termo de modo inadequado. Eles usam esse termo, código genético, como sinônimo de material genético ou constituição genética do indivíduo. Então, saem pérolas, os alunos falam 'cada um tem seus códigos genéticos', mentira, código genético é um só, é universal. Então, isso significa que os professores estão usando código genético como sinônimo de material genético, constituição genética de um ser, isso não é verdade. Talvez uma espécie de sinônimo de genoma. Então, esse termo está rodando na boca do estudante da faculdade de modo errado, a gente bate o pé com isso e continua aparecendo e aparece até em entrevista de professores doutores da genômica, etc., que falam essas coisas no rádio e na televisão e eu fico incomodada, eu falo "Gente, o código genético é aquele das letrinhas, que é universal, cada um tem seu código genético!? Cada um tem seu material genético! Cada um tem sua própria constituição genética. O código genético está na coisa das letrinhas lá. Então, os alunos estão vindo falando.... (00:13:11). Eu peguei um teste do ENEM, na prova do meu filho do Ensino Médio, a resposta correta do teste era uma frase em que o código genético estava sendo usado não no sentido da correspondência das sínteses dos aminoácidos mas ele estava sendo usado como sinônimo de material genético, o genoma do organismo. Uma resposta correta do ENEM para selecionar 40 mil jovens que entraram nas universidades federais. A resposta correta incluía o uso errado do termo código genético. (...)

Tem um teste que diz , se você está com um determinado alelo, e esse alelo aumenta talvez quatro ou cinco vezes seu risco de vir a manifestar a doença de Alzheimer. Não que quem não tem esse alelo não vai ter doença de Alzheimer e não obrigatoriamente você vai ter a doença de Alzheimer se você tiver esse alelo. Só compreende isso bem quem estudou a tal da herança multifatorial pode entender que certos genes têm efeito de predisposição a uma determinada doença mas que eles não sabem quais são os determinantes da doença. (00:24:29) Então, um geneticista muito conceituado defende que todo mundo deveria fazer este teste e o outro mais sensato diz que 'não, não muda'. Daí uma colega me escreveu e perguntou minha opinião e falei 'olha, eu acho que todo mundo devia evitar o fumo, devia evitar comer porcaria, devia fazer caminhada todo dia para não ficar obeso, pra diminuir suas chances de ter diabetes, de ter um enfarte, devia praticar atividade física, acho que todo mundo devia fazer uma atividade de lazer que utilizasse sua mente, como tocar um instrumento musical e tal. Todas essas coisas que eu falei, elas previnem doenças como obesidade, hipertensão, a doença de Alzheimer, a doença coronariana e tal, sem que você precise testar o genótipo de ninguém por isso. Independente de eu fazer o teste do Alzheimer ou não, se vai dar maior ou menor disposição para Alzheimer, eu fazer um teste médico pra me dar mais predisposição ou

não para uma doença cardíaca, eu acho que eu tenho que tomar cuidado para eu não engordar, para eu não comer um monte de doce, para não comer uma picanha cheia de gordura porque dependendo do meu genótipo eu ainda vou ter o risco de uma doença cardíaca, de ter diabetes, que não é o genótipo que vai mudar minha atitude perante a vida (00:25:50)'. Então, você imagina se um estudante de Ensino Médio ou um professor de Ensino Médio escuta as duas estrelas da Genética batendo boca sobre esse assunto, como que essa pessoa vai formar opinião sobre isso se ela não entender essa mecânica que eu estou falando da doença multifatorial que é genes mais ambiente na probabilidade de você ter doença? Como que o cidadão comum que vai ler a coluna do Dr. Fulano na Veja e a coluna do Dr. Beltrano no Estado de São Paulo ele vai julgar se o Dr. A está falando uma besteira, se o Dr. B está falando a coisa certa, se ele não conhece essa mecânica? Entendeu? Então, precisa um pouco de tudo, precisa um pouco de meiose, precisa um pouco do código genético, um pouco da herança monogênica, um pouco da herança poligênica, então, eu acho que no mínimo pra você poder decodificar, ou então uma polêmica do tipo dos transgênicos, entendeu? Vou comer ou não vou comer o transgênico? Vou abrir uma caixinha de extrato de tomate com tomate transgênico ou não vou? Infelizmente precisa (00:26:59) E a realidade é que a grande maioria das pessoas, da população, não tem esse enxoval científico ainda para ter opinião formada sobre essas coisas. Então, me cansa a mediocridade dos achismos que eu leio na imprensa sobre algumas coisas, transgênicos é uma das que mais me incomoda.

(00:27:29) E: Mas se ela não tiver essa base que a senhora falou a senhora acha que quando ele sair do Ensino Médio ele vai conseguir ler uma reportagem e compreender?
(00:27:44)DB6: Isso. Então, um aluno do Ensino Médio que o professor explicou que a obesidade, a hipertensão e a doença de Alzheimer são doenças multifatoriais e como elas são determinadas, ele vai ler o artigo do doutor Beltrano, ele vai se posicionar, entendeu? Ele vai entender porque um doutor acha isso outro acha aquilo e como ele se sentiria, ele vai ter condição de opinar. Eu acho que se o individuo der conta disso tudo ele vai compreender bem. Ainda que o professor não tenha trazido exatamente a discussão da doença de Alzheimer para sala de aula, mas se ele souber a base do mecanismo de determinação desse tipo de doença ele vai entender a polêmica. E aí não vai ser só um achismo. "Eu achei que a coluna do doutor Fulano está mais bem escrita", entendeu? E cadê Ciência que está atrás disso? Não tem. Infelizmente muita coisa que rola na imprensa é achismo não tem Ciência por trás. (00:28:44)

(00:27:44) DB6: Ainda que o professor não tenha trazido exatamente a discussão da doença de Alzheimer para sala de aula, mas se ele souber a base do mecanismo de determinação desse tipo de doença ele vai entender a polêmica. E aí não vai ser só um achismo. "Eu achei que a coluna do doutor Fulano está mais bem escrita", entendeu? E cadê Ciência que está atrás disso? Não tem. Infelizmente muita coisa que rola na imprensa é achismo não tem Ciência por trás. (00:28:44) Vários assuntos caem nesta roda. Os transgênicos, as células-tronco, entendeu? Eu já vi jogos de palavras com células-tronco, um mal uso de células-tronco assim escandalosos para manipular com a opinião, por textos escritos por médicos, por gente do meio cientifico que simplesmente queriam convencer as pessoas que célula-tronco embrionária é um absurdo. Então, uma doutora escreveu em um jornalzinho dizendo que se você injetar

célula-tronco em um animal experimental ou em uma pessoa elas causam tumores chamados teratomas. É óbvio que isso é verdadeiro. Isso aí é uma definição de célula-tronco embrionária. Você injeta em um animal experimental e causa um ( ) chamado teratoma. Justamente porque elas estão no estado de célula-tronco embrionária. Agora essa doutora não explicou que quando as pessoas planejarem fazer terapêuticas baseadas nisso elas já vão ter diferenciado as células-tronco em tipos celulares para eu tentar fazer medicina reparadora. (00:29:48) E que não se vai injetar a célula-tronco direto nas pessoas. E que antes disso vão ser feitos anos de testes em animais e que se eventualmente um tratamento desse aumentar a incidência de câncer nos animais, que isso não vai se passar para seres humanos. (...) Aí vai chegar lá um aluninho do Ensino Médio "Professora, é verdade que célula-tronco dá câncer?" Será que o professor está apto para responder isso? É duro, né? O nosso mundo é muito duro. O professor tem que estar muito ligado (00:30:49) para falar dessas coisas. E aí às vezes eu fico pensando ele deve falar? Deve, se ele estiver equipado para isso. E eu acho que é melhor nem falar se for falar coisa errada. Porque eu acho que de achismos nós já estamos saturados. E o professor do Ensino Médio não pode correr esse risco de dizer "Ah, eu acho que célula-tronco é assim, eu acho que os transgênicos são bonzinhos ou malzinhos". Eu temo por isso. Então, se você põe uma lista na área - eu sei que as coisas não são mais assim - mas se você colocar como prioridades lá na diretriz de Ensino Médio que tem que falar dessas modernidades: célula-tronco , transgênicos, seja lá o que for, eu acho muito legal. Mas fica a minha pergunta, todo professor está preparado para isso? Para não criar mais confusão? Onde já tem o suficiente? Você está entendendo? Então, o meu ideal seria que todas essas coisas, essas básicas que eu coloquei como fundamentais como essas que eu considero sofisticadas, como Projeto Genoma, transgênicos, uso de células-tronco, terapia gênica, essas coisas todas pudessem ser abordadas no Ensino Médio. Que idealmente deveriam. Acho que contribuiriam para a formação de um cidadão critico mas receio, seriamente, que infelizmente a maioria dos professores de Ensino Médio não está habilitada, não está preparada para encarar essa na sala de aula e fazer serviço melhor, de qualidade superior ao que a mídia está fazendo.

(00:33:00) DB6: Um sumário de tudo o que eu falei é: coisas que parecem triviais como a meiose, primeira lei, segunda lei, probleminhas de Genética Humana e de doenças monogênicas parecem muito triviais. Parecem muito fáceis a primeira vista de serem ensinados quando de fato em minha opinião, não são. Estamos vendo pessoas que ainda estão vendo essas coisas ainda de forma compatimentalizada que grandes sínteses, por exemplo, o que a meiose tem a ver com primeira lei de Mendel até a seleção natural que Darwin postulou há 150, 200 anos atrás ainda há dificuldades. (00:33:45) Eu ainda acho que as coisas muito em frentes separadas e acho que os alunos têm dificuldades ainda de fazer conexões entre esses grandes conhecimentos. Então, isso é uma crítica. Eu acho que não é questão de dar ou não dar. Eu acho que você pode muito bem dizer "dei a meiose". A pergunta é "os alunos entenderam o papel que a meiose tem na Genética Mendeliana? Eles entenderam o papel que a meiose tem nos processos evolutivos?" Essas sínteses é que eu fico um pouco angustiada. Eu acho que elas estão meio perdidas. Que a maneira de operacionalizar conhecimentos principalmente da Genética Clássica a mim parece muito baseada em formulinhas prontas de cursinho de resolver problemas, sem uma reflexão muito maior. Então, não é dar ou não dar. É como dar. (00:34:45) Para que o aluno faça as devidas associações com os conhecimentos que eles têm e que faça isso ser efetivo de modo que não crie distorções para você produzir o cidadão crítico que vai ter

condição de opinar depois sobre alguma coisa. Então, eu acho que mais do que lista, do que dar lista, do que não dar, é como dar. É como dar e se o que foi dado é efetivo em criar as efetivas ligações com aquilo que rola dentre as diferentes frentes da Biologia e aquilo que rola aí fora. Como conectar isso.

(00:12:33) E: So you think it's important to have a notion of it but not to know the techniques, is it?
(00:12:40) PE2: Interesting…Yes. Essentially for the ninth grades I think they need to understand how we are using genetic engineering, what we are using it for, but the technique, they aren't quite ready to grasp it, they are fourteen-year-old, I don't think they can really visualize conceptually how you have the transgenic factors, how all that stuff works. (00:12:40) (…) I don't think that they are quite there but advanced students, the eighteen-year-olds, they now (may wanna) learn it but they are interested in on line. We do with a lot with the AP students, I mean we start with basic for Fly Labs and high school analysis, basic transgenic stuff but the on line simulations for some of the techniques are amazing and they really enjoy learning about how we do it because the process is becoming more and more simple. We do strawberry DNA extraction. (00:13:29) You can do it almost with the dishes. So you can do amazing things with them know. So, the older they are I think the more able they are to grasp the social consequences of our understanding of DNA. The younger ones, they are still worried about what's for dinner, they are not quite at that point that they can totally grasp the importance of gene.

(…)

(00:14:20) PE2: (…) I just don't know, we just really don't have the time in the school year to have them do most of the actual hands-on (upper level Genetics), we don't have the finances because some of those labs are incredibly expensive to run for the ninth grades. But they getting it and they will, hopefully, when they take advanced courses, get even more, and be able to dive deeper.

(00:08:13) PE3 More yeah…like the recombinant DNA one, I mean, these are just recommended but this is where like I can get into and this is something that just gonna go right over my kids head. It's hard enough getting them to understand the DNA replication, the RNA synthesis, to even get there. They do pretty well in Punnett squares, they understand mitosis and meiosis, they can conceptualize that, they certain understand why they have certain features and then can come up with the percentage of what would occur. And with the DNA, they can line up like the A-T and…you know… the brackets in the "backbone" of it (…) when we start into that proteins synthesis, it's hard for them to understand what goes where and by the time I get done with that they have no desire to go into this. (00:09:06) Genetic variation they are also pretty much ok with. They struggle a little bit with the way that chromosomes will like overlap, and then pull apart, and one leg from one will go to the other, and one leg from the other leg will go the opposite way ((descrevendo o processo de *crossing over*)). They don't fully conceptualize that so we end up spending more time with certain areas

so we struggle getting towards the final part portions of the requirements for the Michigan standards and curriculum. So most of that, I mean… this is the one that I completely don't get to and when I do I cover it so briefly that I am done.

(00:0:40) DE2: guess for me what they need to know, or maybe I'd rather say, what I don't see them getting and I would like to see them come to me already with is a better understanding of what a gene is. They have this felling… a piece of DNA, this DNA is important, it makes protein but that's a used to be about the limit of what they understand. Most of my class, they need to have a better understanding of what a gene is.

(00:0:40) DE2: They seem to have a good understanding of Genetics, they know about Mendel, they know about Punnett square, they have done those types of crosses, but they haven't made the leap from… Mendel was what? 16th century or something like that, to now, we do know about, it has gotten back to High School a lot more focus on the DNA side of things as opposed to phenotype and genotype and heredity, I guess that's what I'm trying to say; sort of Mendelian Genetics versus "modern-day" Genetics. (00:03:07) I think they have to understand both but it seems like there is a focus on Mendelian's side of things and the loss of other pieces that are just as critical.

(00:04:56) DE2: (…) Now I understand that technology sometimes interest students that only way that they really keep them engaged and I'm not about using that for that reason.

(00:00:30) DE3: (…) So I think that it is just therefore important that students have, you know, some of the very basic things that are happing in the High school level. I think transgenic animals is one of them, I think stem cells is another thing. Cloning both at the DNA level and the organism level which will revolutionize this thing. I saw… you know… transgenic animals are another area. (…)
(00:01:53) E: So, they don't know it when they come to university. They have difficulties to understand, is it?
(00:02:04) DE3: A lot of this is issues, yes. But I think this is important, young people should know what these things are, what are the benefits of it, what are the possible harms.

(00:03:42) DE4: And then understanding that the germ-line will (turn the cells into) animals, and those cells (decide) earlier and that information in those cell (formed will pass to offspring), and then things that happen in the body that are not inheritable. So, I don't know, that's sort of my thought about what they need to know. Certainly when they come to the university we basically start square along with them, I don't think we can assume any knowledge, some come with reasonable amount of knowledge about Genetics but I think a lot come with misconceptions too.

(00:00:46) DE5: (…) And so within that take it down you know smaller than cell, the basic unit of life and within that you need to understand what that genetic material is; what actually gets passed from one generation to another and I see students struggling very much with the molecular bases of life. (00:02:15) Understanding what the DNA is made of; what it does; how it holds information…so those are things I think that are important to teach in high school level.

(00:08:42) DE5: I think Mendel's laws are…Yes, I think they should be taught within the context of meiosis as a theoretical explanation for those laws. (With) the laws you see these observed patterns, ok? Now why did these things happen and that then you have to take it back to understand what's happening in meiosis as a model to explain those laws.

(00:11:49) DE5: (…) In the class that I teach here most of the students haven't had any Biology since they were in high school and now these are, you know, eighteen, twenty, twenty-one year-old people and they still have a lot of misconceptions, even about what a cell is, where cells are, about DNA…

(00:15:02) DE6: (…) One thing I've seen is that there are many students that are been exposed to details not just in Genetics. (…)

(00:24:10) DE6: (…) certainly having at least a minimal vocabulary is important but I think I've seen too many students who have been overloaded with terminology and vocabulary and under loaded with understanding meaning and I think that's one of the biggest challenge probably in education

(00:30:55) DE6: (…) I see evidences that a lot of students are even coming out of high school with basic literacy skills in many cases. (00:31:59) I assign questions I just want them to go in the book and read a few things answer simple questions and there are often times when they seem to be at a loss for how to read section A and then section B and then answer a question where they have to compare them. The ability is not always there. So, I don't think Biology is the only deficit we are having (…)

Problemas e Exercícios

(00:03:00) (…) PB1: quando eu entro na primeira Lei de Mendel, na segunda Lei de Mendel eu acho isso importante. Para eles é uma matéria mais chata, para eles é mais cansativo, quando você chega na parte de cruzamento, então para eles é tudo muito complicado.

Mesmo por que entra Matemática e você tem que ter a porcentagem, probabilidade, então fica um pouco mais por que eles dizem assim “eu nunca vou usar, então não vou aprender”. Aí, quando chega na parte de Genética fica meio complicado quando chega na primeira lei de Mendel, na segunda.

(00:04:39) PB2: Eu tenho um objetivo básico que eu falo que é fundamental, um aluno meu vai sair daqui sabendo, ele vai ter que olhar para dados de um problema e desse dado conseguir propor um modelo de herança compatível com esses dados. Então, eu vou apresentar ao longo do curso vários modelos de herança para ele, de padrões de herança, só para dar repertório para ele, para ele ter alguma coisa para enxergar naqueles dados. Mas a principal ideia, por exemplo, ele não precisa saber nenhum padrão de herança de nenhuma doença de nenhuma característica. Sempre numa avaliação ou numa prova eu vou dar dados para ele. E a ideia é que ele elabore uma hipótese e consiga até avaliar se essa hipótese é compatível ou não com esses dados. Então, isso vai desde o primeiro dia de aula de Genética até o último dia de aula de Genética. Eu nunca lido com eles com regras de herança no enunciado. Eu nunca falo assim: essa doença segue a primeira lei de Mendel. (00:06:31) Não. Isso ele vai ter que perceber a partir de dados ou que estão disponíveis em tabela, gráficos, desenhos, e isso eu martelo bastante. (...) Então, esse é o principal motivo do curso de Genética que é o aluno elaborar hipóteses a partir de dados relacionados a padrões de herança. (...) (00:07:32) (...) Aí uma coisa que eu coloquei também como importante para o curso é que ele conseguisse calcular probabilidade de fenótipos e genótipos específicos, como é quase que um... é esse o problema que ele tem para resolver em Genética. O que a cultura biológica, assim, a cultura científica produziu disso. Aí a chance de previsão. Só que uso essa chance de previsão não muito matematicamente. Tanto que eu brinquei com eles, eu falei assim: “Você pode chutar sempre 25 ou 75% que é sempre a resposta certa”. Mas eu coloco uns problemas assim: que eu não sei a probabilidade de um pai, que eu tenho que olhar para a do avô, ele tem que olhar como a probabilidade se insere naquilo. E vou mostrando exceções, então, quando os genes estão ligados, por exemplo, aí ele não vai poder usar aquela relação tão fácil que ele usaria. (00:08:46). É quase que para ter algo para testar os alunos para verificar. É o melhor modelo que a gente tem, eu acho de cálculo de probabilidade para ver se ele entende esta questão dos padrões de herança. Se ele tem essa lógica abstrata bem desenvolvida ao longo do curso ele consegue calcular probabilidade.

(00:03:06) PB5: Eu adoro Genética Clássica, acho que é fundamental para os alunos saberem. Então, os conceitos de Genética Clássica, por exemplo, que eu sempre briguei muito, porque sempre foram me apresentados de uma forma muito dura e estanque..., por exemplo, o trabalho de Mendel, para mim, na época que eu aprendi eu achava tudo aquilo muito chato, mas na hora de eu apresentar o tema eu tento apresentar de uma forma diferente. Então, mais do que exatamente a decoreba da Genética, porque a Genética sempre foi uma decoreba associada muito à questão da Matemática, trabalhar a Genética Clássica em cima da questão histórica.

PB5: (00:31:56) (...) Então, mostrar por exemplo aqueles conceitos de epistasia, não sei o que, aquela decore/ porque aquilo é uma decoreba! Para mim sempre foi. Isso para mim não é fixação de conceito de Genética nenhuma. Assim como não é ficar fazendo o cara

preparar quinhentos mil exercícios de Matemática para dizer se... entendeu? Para mim isso não é fixar o conceito clássico de Genética, não é! Agora, tem que ter? Tem. Eu dou, dou. Eu cobro? Eu cobro. Mas eu não coloco a Genética Clássica como sendo assim: Ah, ele sabendo isso, então ele vai sozinho depois. Não vai. Eu acho que hoje em dia não responde mais.

DB4: (00:04:41) (...) Quando a gente pega o livro didático de Biologia ou sabe da realidade do ensino de Genética que o professor passa dois, três bimestres só fazendo probleminhas com as leis de Mendel, por mais importante que elas sejam, não estou dizendo que a gente vai eliminar as leis de Mendel do currículo, mas como a gente sabe que eles passam dois, três meses ensinando estatística e fazendo probleminhas com as leis de Mendel, a gente sabe que isso não vai muito longe, nem desperta nesse estudante a vontade de ser pesquisador, de fazer um curso de Biologia quando ele sair do Ensino Médio. Então, está errado em vários sentidos, o que falta nesse programa? Falta trazer os conteúdos da Genética que dizem respeito à vida cotidiana que estão aí. (06:20:00) Então, em vez de falar, de mendelismo, codominância, ficar fazendo probleminhas por dois três bimestres, eu entendo que, primeiro, tem que se dar um foco maior em Citogenética e Genética Molecular, no sentido de conectar aqueles conteúdos da Citologia que em geral ele aprende lá no primeiro colegial, muitas escolas trabalham com Ecologia, tem Citologia no primeiro ano e vão trabalhar com Genética no terceiro.
(...)
DB4: (00:09:14) Ou seja, eu acho que a grade curricular tem sim que estar centrada nessa questão da aplicação e com a conexão direta com a vida diária que implica em alimento, medicação e tratamento de doença e naturalmente tudo isso precedido de uma base que aproxime, que retome, que religue, conteúdos de divisão celular aprofundando para Genética Molecular E aí sim, trabalhar obviamente, digamos, os itens de sempre, como padrões de herança, base cromossômica de herança, mapeamento, recombinação, mas que isso especialmente não se transforme nessa coisa de ficar fazendo probleminha e heredrograma, né? Parece que aprender Genética é aprender fazer bolinhas ligadas a quadradinhos, colocar isso em mapa e fazer contas, né? E usar a estatística.

(00:18:00) (...) Mas eu acho que construção de conhecimento deveria vir à frente dos exercícios que são uma consequência disso, desses conhecimentos que você gera.

(00:00:45) DB6: (...) Da Genética acho que a Genética Clássica, mendelismo, a primeira lei, segunda lei de Mendel são fundamentais, mas tenho minhas críticas sobre a maneira com que elas são apresentadas e como elas são absorvidas que ainda me dão a sensação de muita bitola na resolução do problema, de frases feitas do tipo pais normais, pais diferentes, filhos normais, como é que é? Pais normais filhos afetados, herança recessiva, alguns vem com frases feitas e às vezes a minha impressão é de que apesar de ser ensinado não é ensinado de uma forma muito crítica e os alunos trazem muita bitola e muita frase feita sobre padrões de herança. Pais normais filhos afetados, herança recessiva, alguns vem com frases feitas e às vezes a minha impressão é de que apesar de ser ensinado não é ensinado de uma forma muito crítica e os alunos trazem muita bitola e muita frase feita sobre padrões de herança. (...)

DE5: 00:14:32 And so those are things that can be discussed in the basic, basic Science can be taught at a high school level, that students are sophisticated enough to handle it. Those types of things I find more important than having them doing the genetics problems and multiple Punnett square and tall pea plants crossed by short pea plants what do we get? That's a good introduction but now let's help them take that and use it with a real world application… (falando sobre Biotecnologia)

Conexão entre Genética Clássica/ meiose/ Genética Molecular

(DB1): (00:26:33) (…) Eu acho que o ideal é você conseguir fazer a ida e a volta mostrando que o DNA é o material genético, então que o DNA de um alelo é muito parecido com o DNA do outro, mas tem algumas modificações, então, apesar de Mendel não ter visto isso, você pode puxar para Biomol, porque às vezes o cara não vê, né? (...) (00:27:50) (...) Então, se você ficar pulando da Genética para Biomol, e não ficam duas áreas estanques, que parece que são duas áreas..., que vai ficando com compartimentos na cabeça de...

((DB6): 00:03:26) Então, eu não estou muito próxima dos livros didáticos do Ensino Médio, na minha opinião o que eles apresentam até que é adequado, o meu problema é a maneira como isso vai ser processado. Então, um professor dá a primeira e segunda Lei de Mendel e não fala nada de meiose. No outro ano, na Biologia Celular, vai dar mitose e meiose e o camarada não amarra aquela meiose, aquela separação dos cromossomos com aquela separação lá dos alelos, dos fatores de Mendel. (00:03:52) Então, ele terminando separado, ele não junta isso, não tem nada a ver a segregação com a meiose. Aí você fala que a reprodução sexuada é importante porque ela aumenta a variabilidade genética e isso é o substrato da evolução e o camarada não liga isso com o sorteio dos cromossomos que acontece na meiose de todo ser vivo diploides. (00:04:14) (...) Então, pra mim um aluno do Ensino Médio que chega nisso ele é um feliz, porque ele entende a diversidade genética do processo evolutivo, ele entende a transmissão Mendeliana das características, vai entender talvez melhor ainda uma herança quantitativa. (...)

Ética desvinculada da técnica

(00:19:56) DB2: Tantos conteúdos, abordados de uma maneira extremamente reduzida, né, resumida e desvinculada do básico, sem um comentário ético depois. Vai usar células-tronco. Bom, primeiro eu preciso entender o que é célula-tronco . Tá certo? Eu vou fazer terapia celular, primeiro eu preciso entender o que é terapia celular, para depois eu entrar no problema ético que possa vir como consequência daquele emprego. Eu acho que isso...é...você passar por todos esses passos para que ele tenha significado requer um tempo que eu acho que não existe.

(00:19:43) DB6: Então, eu acho que deve ser introduzido desde que o professor perceba que esse enxoval básico é dominado. Ele pode oferecer, não vejo porque não, eu acho que se o aluno está ávido em saber eu acho que dar mas não adianta ficar discutindo, como que eu posso dizer, ficar reproduzindo discursos xiitas de telejornal sobre transgênicos se o aluno sequer tem capacidade de entender como é que um transgênico é construído. Eu acho que entender como que um transgênico é construído ajuda a desmistificar. . Então, se você traz essa discussão do trangênico pra dentro da sala de aula sem condição de dar para o aluno ferramenta para ele entender de fato como a coisa é feita vai criar mito e vai ficar um bate-boca infrutífero. Você entendeu? (00:20:45) Fica um tal de achismos, aí fica um lado da sala, os eco-verde xiitas de um lado, os outros tecnológicos do outro e fica um achismo infinito porque ninguém tem um aporte técnico de conhecimentos para dar de fato uma opinião embasada. Se é pra repetir esse discurso bobo de revista e jornal eu não vejo porque trazer isso pra sala de aula. Mas se é pra dizer, olha o transgênico é construído assim, o gene da resistência ao herbicida está nessa planta, olha de fato isto aqui permite que o agricultor use o herbicida, você vai utilizar só um tipo só, por que é só isso que ele precisa nessa plantação. Olha, mas se ele usar outro herbicida isso não funciona... Quer dizer, se o aluno não tiver a informação técnica a discussão vira um blá blá blá, uma repetição do que está no jornal e que é muito emocional pro meu gosto. (00:21:42) Então, ou o aluno tem condição de entender um pouco a mecânica, como é feito, como é construído, para que que serve, quais foram as coisas que se conquistaram com isso, vira mito, vira achismo, entendeu? E trazer isso pra sala de aula eu acho que pode não ser benéfico se não tiver bem embasado. É um risco grande fazer isso. Eu acho que tem professor no Ensino Médio com competência pra fazer isso mas eu não acho que isso é universal... entendeu? Então, eu acredito que uma nata de alunos e de professores tem a plena condição de dar conta disso e o professor tem a plena condição de trazer uma discussão muito saudável sobre isso, mas eu tenho medo de dizer que isso, olha vamos colocar nos currículos que tem que estudar transgênicos, eu acho que se o professor não estiver bem equipado para lidar com isso é melhor não dá do que ficar repetindo esse blá blá blá de mídia.

Biotecnologia outros argumentos a serem discutidos:

PB2 Não opina contra o ensino da Biotecnologia, mas diz que há limitações sobre o ensino disso. Diz por, defende o ensino de transgênicos (ver justificativas), mas conforme o que diz abaixo, acredita que não é possível ensinar todas as novidades modernas, e que não se prende à essa preocupação, pois acredita que isso não é essencial ao aluno.

(00:26:09) E: Então, na sua opinião, por exemplo, os conteúdos de Genética eles vão ou não ajudar, por exemplo a compreender temas que estão aparecendo atualmente na mídia, que estão sendo discutidos, tipo células-tronco.

(00:26:26) PB2: "Eu vou falar o porque eu acho que não, tá? Se bem que eu poderia responder sim, também. Quando a gente fez Ensino Médio não tinha nada disso. Não é por isso que eu me sinto menos capacitado a pensar sobre isso. Sobre células-tronco, que teve o debate, pouco tempo atrás no congresso sobre isso, no Supremo Tribunal, quem ali tinha plena formação no assunto? Então, quando chamavam o especialista, chamavam o especialista que sabia muito bem daquela técnica. Mas não chamavam só o especialista. Chamavam uma série de outras pessoas. O cidadão comum que está assistindo TV e ouvindo tudo isso, o que ele precisaria saber para entender tudo aquilo. Ele precisaria saber muitas coisas. Só que aí se eu for falar tem células-tronco, tem transgênicos, tem teste de paternidade. Por exemplo teve o caso do Pedrinho, daquele menino que foi sequestrado quando bebê, e aí a irmã dele também foi sequestrada, e descobriram isso pegando a bituca de cigarro dela, sem autorização dela e fizeram o teste de DNA. (00:27:38) E falaram: "como fazer teste de DNA de bituca de cigarro?". Então, eu precisaria falar que também um cidadão médio precisa saber disso. Ele também precisa saber de DNA de interferência que é algo que a gente ainda não sabe mas que está acontecendo e que vai aparecer.

Então, se eu penso em uma rede conceitual mínima necessária eu sempre estou devendo alguma coisa. Então, eu resolvi me desapegar a essa rede, falar "não é isso que eu preciso". Então, eu decidi me desapegar dessa rede. (...) Para um cidadão comum acompanhar bem a cultura produzida pela Ciência, ele precisa entender a lógica de funcionamento da Ciência. É uma lógica que não acredita, por exemplo, na verdade absoluta: "Olha existe uma verdade e eu estou aqui para defende-la. Porque aí, quando ele ouvir o discurso da cientista ele vai falar assim: "Ah, ela está se baseando em que para falar isso?". "Em dados". "A moça do lado dela está falando do que ela acha que é vivo e o que não é". "Essa é uma pergunta que pode ser respondida pela Ciência?" "Não, não pode." (00:28:47) "Então, o que a Ciência pode contribuir nesse assunto?" Eu prefiro que ele consiga fazer essa diferenciação. E para ele fazer essa diferenciação eu tenho que passar por essa estrutura de pensamento.

(00:32:23) E: Eu já conversei com pessoas que achavam, por exemplo, que se você der só a Genética Clássica e um pouquinho de Biomol, esse básico já seria suficiente para quando ele se deparasse na sociedade com um tema novo ele já seria capaz de compreende-lo. Você acha que não, que não bastaria isso e que cada vez mais os alunos iriam precisando de pré-requisitos para entender esses conteúdos.

(00:32:54) PB2: É. Por que hoje eu sei muito bem sobre a molécula de DNA, o que ela me ajuda a falar sobre transgênicos? Eu vou chutar, está bom? Por que, assim, é difícil a gente se colocar nesse lugar. Mas assim. Eu sei que o DNA que eu como é o mesmo que o DNA que eu tenho, que é o mesmo que o porco tem, que a bactéria vai ter. Isso resume a ideia de transgênicos? Não. Eu vou ter que pegar o argumento que eu ouço sobre isso e avaliar: Será que faz sentido o que essa pessoa fala? Então, eu vou tomar suco de clorofila por que vai me dar energia. As palavras científicas. Eu sei que tem clorofila mesmo. Eu sei que clorofila está relacionada com energia,

mas faz sentido tomar energia? Ah! Eu vivo de luz solar. Faz sentido isso? (...) (00:34:00) E mais que isso. Quando ele ouvir uma crítica saber avaliar: “Olha essa crítica é melhor que o argumento”. “Ah não. Esse argumento se defende melhor dessa crítica. É muito mais uma estrutura de argumentação que ele precisa aprender, e daí eu volto para a estrutura do pensamento do que o conceito em si. Porque tem muito conceito em Genética. Essa é uma área zicada da Biologia, porque se eu fosse falar assim: “Ah a gente vai descrever a circulação”, a circulação já é a mesma faz algum tempo. (...) Circulação já passou o furacão dela. Mas Genética a gente está no meio disso. Há 50 anos atrás a gente mal sabia que existia o DNA. Hoje ele virou assunto de sala de aula. Eu não tive aula de clonagem. Eu me formei no ano da Dolly. Um ano antes. E meu professor que tava aprendendo comigo no cursinho a falar sobre aquilo, por que ele também não sabia falar sobre aquilo. O que me diferenciava, ainda mais sobre ele, é que ele sabia aprender sobre isso muito mais rápido que eu. É a única diferença. RNA de interferência é a mesma coisa: agente vai aprender junto. Eu brinco que assim: Se clonarem um ser humano, inventarem uma nova técnica de clonagem..., as células-tronco tem um pouco disso, inventaram um nova técnica para células-tronco eu vou ser informado no Fantástico, no mesmo dia que meu aluno. Sabe, assim, então eu vou ter que me diferenciar dele, porque eu sei aprender mais rápido isso do que ele, mas o que ele vai precisar se ele não tiver mais na escola. Eu vou falar: faz sentido isso? Então, eu não me apego mais aos conteúdos e aí eu caio num risco. Quando você for ler isso, você vai falar: “Então, o curso dele não tem nada de conteúdo”. Tem, tem um monte de conteúdo, mas eles só aparecem para resolver problemas estruturais de pensamento.

(00:43:14) PB2: Se eu tenho familiaridade com o assunto de Genética, quando sair uma novidade da Genética, eu vou ter mais facilidade para entender, mas se eu só tenho facilidade para entender política ambiental, e consegui aprender bem, sei ler um texto, analisar dados, tenho essas habilidades desenvolvidas mesmo em um outro tema, eu vou ficar só chato falando: “O que é gene... o que é DNA... o que é isso...” Mas eu vou conseguir estruturar meu pensamento e avaliar. Posso demorar mais, posso demorar menos, mas eu não acredito que nada que um cidadão comum tenha que lidar possa ser feito tão rapidamente. Precisa pensar muito sobre isso. Vai precisar de tempo.

(00:07:14) E: Tem alguns pontos importantes dessa Nova Genética que o senhor considera como básico ou ela no geral é importante.
(00:07:28) PB4: Ah só sendo mais no geral, né? Para a informação, né? Agora se fosse utilizar mesmo...Se fosse uma matéria, aí teria que ter mais aulas, por que são muito poucas aulas de Biologia.

(00:08:22) PB4: (...) Mas informação que eu digo, é a mais recente de tecnologia mesmo, uma pincelada. Não dá para dar assim uma coisa muito científica, e envolve o interesse do aluno, também, nisto aqui. Muitos alunos não se interessam, né?
(00:08:56) E: Eles não se interessam por esses assuntos novos?

(00:08:58) PB4:É você comenta e o cara não retorna um interesse legal. São poucos alunos interessados. Eu não sei se é nessa região. Mas talvez seja pelo nível de informação.

(00:27:14) E: Certo. Eu entrevistei algumas pessoas que falaram que, por exemplo, o que eu acho que diverge um pouco da sua opinião, que seria importante o aluno ter bem sedimentada a Genética Clássica, mesmo que ele não chegue a ver a parte molecular ou então as novas aplicações. A pessoa falava assim, que o receio dela é que, por exemplo, você dando a parte molecular, ou então as novas aplicações, você estaria dando muito conteúdo e o aluno às vezes não sedimenta bem a Genética Clássica. Então, falou-se assim: "Claro se der você pode até chegar a expandir, mas o importante, o básico, seria ele ter bem sedimentada a Genética Clássica, o que você acha dessa opinião?
(00:28:18) PB5: Eu não concordo, na verdade foi o que eu te falei, eu vou ser um ponto fora da curva sempre. Porque é o seguinte, quanto mesmo do genoma funciona segundo o padrão da Genética Clássica? Então, é fato isso. O problema é que a maior parte dos professores não tem essa... A gente tende a reproduzir o que a gente aprende. Então, se você aprendeu a sua vida inteira e sedimentou todos os fundamentos de Genética Clássica, embarcar, por exemplo numa área nova, que você não teve chance de se aprofundar, isso eu acho que causa um certo receio. Então, por exemplo, como é que uma pessoa que não teve a oportunidade de entender qual é o papel da epigenética no funcionamento do DNA, vai ter tranquilidade para ensinar isso? É difícil. Eu acho difícil. Então, por exemplo, em nenhum momento eu abro mão da Genética Clássica. Aliás, eu coloco a Genética Clássica no topo da minha... como dizer... jogo a bola lá para cima. Por que? Porque no fundo eu pego pelo aspecto histórico. Para mim a gente só está na Genética, onde a gente está caminhando para um entendimento muito maior de funcionamento e da própria questão de padrão de herança propriamente, porque realmente a Genética vem se evoluindo, veio sendo trabalhada em cima de parâmetros que eram mais fáceis de serem analisados, mais simples de serem ponderados. (00:29:41) Ah, Mendel não considerou características que ele não sabia matematicamente lidar com isso. Tudo bem! Mérito dele! O cara teve um sacação de falar: "Olha o que eu não sei responder eu vou deixar quieto. Agora, isso aqui que eu estou conseguindo acompanhar, eu estou conseguindo ver um padrão, como é que eu avalio esse padrão?" Qual é o desmérito que tem isso? Nenhum! Muito pelo ao contrário, então eu abordo Genética Clássica, tento abordar, muito por esse lado. Agora, do mesmo jeito que é assim, ela não consegue responder tudo. (00:30:12) Então, assim: os professores que se fixam na Genética Clássica, acabam, eu acho que se agarrando naquelas certezas, que hoje em dia ((risos)) já não estão tão mais... Entendeu? Não dá. Eu acho difícil, então, por exemplo, eu não abordo, não desconsidero, falo da Genética Clássica, falo de padrão de herança, falo de dominância, dominância completa. Aí eu falo: "Viram isso tudo? Lindo, né?" Por que a gente sempre pega os mesmos exemplos? Para falar de codominância sempre o mesmo exemplo. Por que que é sempre o mesmo exemplo? A gente está incorrendo então no mesmo problema de Mendel, né? De sempre pegar o que se encaixa para aquela regra. Agora isso desmerece a regra? Claro que não. Agora, como é que a gente entende essa regra? Tem uma explicação para isso? Tem uma explicação para isso! Então, por exemplo, codominância eu já explico para eles no nível molecular. Dominância completa, idem. Então, eles já falam: "Ah! Então, o cara herdou duas versões de

genes que provocam proteínas que não transporta sei lá o que pela membrana professora?". "Para esse exemplo, sim". "Ah! Então, é por isso! Porque se ele tiver metade das proteínas funciona?" Eu falei: "Para esse exemplo sim". "Ah! É para todo? Tudo funciona então: O que é dominante, recessivo, vai funcionar assim?" Eu falei, não sei: pode ser que sim, pode ser que não". (00:31:31) Olha, a gente vai ter que entender, porque muitas das coisas que a gente na verdade fala que é dominante e recessivo, pode na verdade não ser dominante e recessivo. A gente está vendo a expressão daquilo como dominante e recessivo, mas molecularmente será que não tem as duas coisas ali de alguma forma? E você só está vendo a expressão que está predominando em relação a outra? Eu não sei. A gente na verdade então... é isso que eu estou te falando. (00:31:56) Eu não concordo. Acho que os conceitos clássicos de Genética Clássica são mínimos que o aluno tem que entender, por exemplo, padrão de herança monogênica, digênica, e você daí puxar o molecular e mostrar por exemplo, as interações. Então, mostrar por exemplo aqueles conceitos de epistasia, não sei o que, aquela decore/ porque aquilo é uma decoreba! Para mim sempre foi. Isso para mim não é fixação de conceito de Genética nenhuma. Assim como não é ficar fazendo o cara preparar quinhentos mil exercícios de Matemática para dizer se... entendeu? Para mim isso não é fixar o conceito clássico de Genética, não é! Agora, tem que ter? Tem. Eu dou, dou. Eu cobro? Eu cobro. Mas eu não coloco a Genética Clássica como sendo assim: Ah, ele sabendo isso, então ele vai sozinho depois. Não vai. Eu acho que hoje em dia não responde mais.

(00:32:59) E: (...) Seria importante eu entender também mais uma coisa: Na sua opinião, por exemplo, uma pessoa falou assim: "É complicado você querer explicar tudo, querer que o aluno saia compreendendo todas as novas tecnologias, porque essas novas tecnologias são aquelas que estão presentes hoje. Amanhã ele vai se deparar com outras então você nunca vai dar conta de tudo, né?" E aí o que você acha?
(00:33:49) PB5: ((risos)). Eu acho que existem tecnologias básicas para o aluno mais do que entender o detalhe da tecnologia. (...)
(35:58:00: E o que você chamaria de técnicas básicas? Seria o que?
(00:36:02) PB5: Sequenciamento de DNA, PCR e Clonagem ((a professora respondeu prontamente)). Então, quando eu falo, por exemplo, de cariótipo, cariotipagem, quando eu falo do exemplo de amniocentese para detecção da trissomia do 21. Eu falo: "Gente! Trissomia do 21 é uma das possibilidades de você detectar pessoas com Síndrome de Down, existem trocentas outras possibilidades, que às vezes na verdade, às vezes tudo bem a trissomia está clara ali. Às vezes você olha o cariótipo e o negócio não está claro, É tanta...". Aí eles ficam me olhando e eu falo: é, pois é, aí eu falo sobre a clássica, pega as células e tralatalã... e falo: "Pois é, mas você tem uma versão de PCR que na verdade é quantitativa que ele vai medir, ele compara..." e eu não explico tudo. Eu falo: A quantidade relativa de uma pessoa que só tem duas versões, digamos, do pedaço do 21 e ele compara com uma outra. Se a outra tem mais significa que aquilo está duplicado, que está no cariótipo tão claro assim. Então, você consegue ter... "A professora e qual é a vantagem?" "Ah qual é a vantagem é que agora você já tem umas técnicas que trabalha com DNA do feto na corrente sanguínea mãe". "Ãh! É professora?!" (00:37:11) E falo assim: "É". Isso eu acho que..., claro, eu chego na hora da prova e cobro como isso? Como que eu cobro conhecimento disso? Vou pedir para que ele me descreva exatamente qual é técnica? Não. Mas eu posso pedir: "técnica clássica faz assim, explique ou sugira como você pode... essa é a única?", ou põe um texto e pede para ele no texto reconhecer o que é novo e o

que não é novo, dar uma opinião dele então não precisa ser em cima do detalhe da técnica, que eu vou exigir depois o conhecimento dele, entendeu? Mas eu acho fundamental. (00:37:46) E eu vou te ser muito sincera, quem..., sei lá, é a minha opinião, tá, quem não consegue trabalhar com isso, é por que realmente... eu concordo, a formação faz diferença nessa hora. Entendeu o que eu estou querendo dizer? Então, se o cara na graduação não teve chance de trabalhar desse jeito, não foi exigido dele isso, e depois ele não fez nada de mestrado ou doutorado que levasse isso em consideração de alguma forma, pode ser na área técnica, mesmo, de bancada, ou mesmo na área de educação, de levantar esse tipo de ... é muito difícil. Porque não é fácil para uma pessoa que não trabalhou na bancada, por exemplo, entender uma mudança de sequenciamento com material radioativo para um com sequenciador automático, para um Ilumina. Não é fácil. (00:38:37) Aí os professores eu acho que tendem a se agarrar ao que eles... Entendeu?

(00:42:10) PB5: (...) “Você está vendo isso aqui que eu estou ensinando para vocês? Vou contar um segredo. Logo, logo isso aqui vai dar uma mudada. ((risos)) (...) Então, um aluno já falou assim: “Ah professora, então por que a gente aprende isso?” Eu falei assim: “Porque nós humanos somos assim. A gente tem que ir aprendendo e as coisas vão mudando, vão mudando e você vai acompanhando, vai acompanhando, vai mudando”. (...) Foi até o que eu brinquei com eles, eu falei assim: “Então, tá! Então, a gente não vai aprender mais nada por que tudo muda, né? Ainda mais assim, os assuntos de fronteira, de vanguarda. Então, vamos combinar aqui que ninguém vai ver mais nada de computador, tá? Ninguém vai saber mais qual é o último MP3, qual é o último telefone. Por que muda toda hora. Você compra hoje, amanhã já ta...Putz! Já saiu um melhor!

(00:24:14) E: (...) Eu acho que tudo pode ser ensinado. Eu acho que a base é a Genética Clássica, em cima dessa base quando você ensinou DNA, RNA, você já pode ensinar o que são transgênicos, embora a metodologia para ele compreender seja difícil. Mas ele entende que... eu falo para ele que existe hoje em dia, existem eucaliptos transgênicos para produzir mais celulose e com isso você corta menos árvores para produzir papel. Ele entende isso. Ele entende quando eu falo para ele que existe o milho Bt. O milho Bt tem o gene de uma bactéria para produzir uma toxina que é só tóxica para as lagartas. Ele entende tudo isso, não tenha dúvida. Agora, se ele me perguntar como é que faz para pegar um gene e botar no milho. Isso é mais difícil dele entender, em virtude de não ter um laboratório, “Vamos para o laboratório, que eu vou te explicar como faz”. Isso, aí...

(00:20:44) E: E por exemplo, esses conteúdos mais novos que estão surgindo agora em decorrência das novas tecnologias, da Nova Genética?
(00:20:52) PB6: É basicamente são dois, clonagem e transgênicos.

(00:21:21) E: Certo. E o senhor acha que, por exemplo, eles são básicos, os alunos não podem sair do Ensino Médio sem ouvir falar sobre eles, ou o senhor acha que eles são secundários, são interessantes, são importantes, mas não são essenciais. Por exemplo, se o aluno sair daqui sem sabê-los, ele vai ainda assim se tornar um cidadão crítico. Como o senhor enxerga isso?
(00:21:48) PB6: Não... eu acho que eles têm que ser ensinados, eles têm que saber isso. Porém, antes, eles têm que saber tudo isso que eu citei, porque não adianta falar para eles sobre clonagem sem que eles saibam todo um processo de multiplicação celular, mitose, meiose, e a Genética em si. (...)
(...)
(00:23:26) E: Então, o senhor acha que é possível. Dentro do Ensino Médio cabe ele aprender esses conteúdos básicos que o senhor falou, e também esses conteúdos... Assim, eu pergunto porque alguns entrevistados acham melhor deixar isso para algum outro momento da vida deles, eles se informarem depois...
(00:23:46) PB6: Não, Não, de maneira alguma...
(00:23:56) PB6: ...e focar na Genética Clássica, porque o entrevistado considera que se for tentar dar conta das duas coisas, são muitos conteúdos, eles acabam não dando conta de aprender tudo. Você acha que não? É possível pela experiência do senhor?
(00:24:14) E: Olha, eu acho que é possível porque são coisas decorrentes, uma decorre da outra, porque você não vai desvincular para considerar algo a parte, que só pode ser ensinado depois e olha é melhor deixar, não. Eu acho que tudo pode ser ensinado. Eu acho que a base é a Genética Clássica, em cima dessa base quando você ensinou DNA, RNA, você já pode ensinar o que são transgênicos, embora a metodologia para ele compreender seja difícil. Mas ele entende que... eu falo para ele que existe hoje em dia, existem eucaliptos transgênicos para produzir mais celulose e com isso você corta menos árvores para produzir papel. Ele entende isso. Ele entende quando eu falo para ele que existe o milho Bt. O milho Bt tem o gene de uma bactéria para produzir uma toxina que é só tóxica para as lagartas. Ele entende tudo isso, não tenha dúvida. Agora, se ele me perguntar como é que faz para pegar um gene e botar no milho. Isso é mais difícil dele entender, em virtude de não ter um laboratório, “Vamos para o laboratório, que eu vou te explicar como faz”. Isso, aí...
(...)
(00:26:04) E: mesmo sendo mais difícil, você acha que é essencial que eles saibam?
(00:26:07) PB6: Mesmo sendo mais difícil, por que existe um questionamento no dia-a-dia dele, que ele ouve falar em células-tronco, então ele precisa saber o que são células-tronco, mesmo que você não tenha ali para mostrar para ele, sabe, mas ele precisa saber.
(...)
00:27:18) E: Na prática do senhor, mesmo ele tendo mais dificuldade ele sai do Ensino Médio sabendo isso, ou então ele sai com alguma noção, mas ainda confuso, assim, como que ele sai do Ensino Médio? Não sei se vocês conseguem abranger tudo isso. Se é possível...
(00:27:40) PB6: Nós conseguimos abranger tudo isso. Agora é difícil, eu não saberia dizer para você como o aluno sai. Vai depender muito da escola, da política da escola, da política de ensino, vai depender do próprio professor que está ensinando as coisas para ele.

Primeiro a gente não pode subestimar o aluno. (...) (00:28:19) (...) Agora, eu não posso, explicar para ele, mesmo porque por falta de laboratório, por falta de uma química que ele precisa saber para fazer todos aqueles experimentos. Isso, sempre isso ele vai aprender em nível universitário. Mas eu consigo chegar e dizer para ele o que é um organismo transgênico. Então, quando ele ouve falar em organismo transgênico ele pode julgar de acordo com o que ele aprendeu, por exemplo, comigo, quando ele ouve falar que a clonagem pode ser importante para preservar alguns animais em extinção. Ele consegue entender o que é clonagem. (00:29:24) Ele consegue entender que as células-tronco são pluripotentes e que podem vir no futuro... e não fazer promessas vãs como a imprensa faz, no futuro podem vir a se transformar em ferramenta extremamente útil para tentar a cura de anomalias genéticas e tudo mais. Então, o aluno tem que saber tudo isso. Agora, de novo eu insisto, a tecnologia, como é feito isso, ele vai aprender em nível universitário. Porque só as faculdades, em boas faculdades, não são todas, têm laboratório para que eles possam aprender a trabalhar com isso. Mas isso pode estimular ele a se orientar para uma área da saúde, por exemplo. Sabe, essas coisas são estimulantes para os alunos.
(00:30:10) E: Então, deixe-me ver se eu entendi, o senhor acha que na verdade ele vai acabar aprendendo mais no ensino superior, a técnica ...
(00:30:19) PB6: Sim. A técnica no ensino superior.
(00:30:21) E: ...mas o senhor acha importante também abordá-la no Ensino Médio?
(00:30:26) PB6: Sim. Sem dúvida, sem dúvida.
(...)
(00:30:42) (...) Mas, não pode deixar de dar as informações para os alunos. Porque eles estão na escola para aprender. Se eles não aprendem na escola, eles vão aprender aonde? E de que modo vão aprender? Não é?
(...)
(00:33:21) PB6: (...)Tem que ensinar, porque o aluno pode não ter outra oportunidade na vida. Então, aquela oportunidade tem que ser aproveitada. Mesmo você olhando para a sala e às vezes você vê alunos que estão em outro mundo, né? Mas eu acho que existem aqueles que estão acompanhando o que você fala.

(00:05:26) DB2: Tá. Então, antes de mais nada, eu queria dizer o seguinte: para ele entender as leis de Mendel o ideal seria que ele tivesse primeiro noções de célula, que é a unidade de vida que vai formar os organismos celulares e dele próprio ao longo...está certo? Ãh...da composição desses cromossomos, da localização do material hereditário, de mais ou menos como é que esse material hereditário funciona, para que ao entender depois como é que no organismo materno e no organismo paterno esse material vai ser separado, vai ser distribuído e depois juntado para fazer um outro organismo. Então, ele vai estar entendendo, o aluno, quando ele entender isso, eu acho que ele vai estar entendendo um pouco de como funciona o próprio organismo dele. Está certo? Como é que a espécie humana tem as suas informações e passa essas informações de uma geração para a próxima. Se ele não souber isso, não adianta ele ler sobre seja lá o que for da modernidade aí da Genética sobre células-tronco, sobre terapia, sobre terapia gênica, ou seja, o

conceito de gene precisa estar muito claro também na cabeça dele... O que é o gene, aonde esta o gene, qual é a função do gene...para que que ele serve. Né? Agora na hora que ele souber isso aí ele vai entender se eu pegar um gene de um organismo e transferir este gene para um outro organismo o que isso significa e que implicação isso pode ter, né? Ou seja, se eu disser para o aluno, "Ah, eu pego um gene de uma espécie e ponho em outra espécie para fazer um transgênico" e ele não sabe o que é gene fica tudo...né?...fica incompreensível. E se incompreensível, ele não vai poder julgar se ele acha aquele procedimento correto ou não correto, ou as implicações que aquele procedimento possa vir a ter, né?

(00:08:14) DB2: (...) Então, quando eu digo, vamos voltar ao exemplo dos transgênicos, eu vou dar uma tecnologia nova que é a da construção do transgênico, propriamente dito, agora eu tenho que entender o que é essa construção, como é que eu faço essa construção, como é que eu pego um gene de um local e passo para o outro. (00:09:28) E, depois, eu tenho que entender as consequências disto. Para eu entender as consequências disto, por exemplo, eu transmiti um fator de resistência para uma determinada planta, essa planta vai se dividir, vai se reproduzir na natureza, então ela vai então ser portadora desse novo fator que ela recebeu e precisa entender como isso pode ocorrer, para isso ele precisa saber as leis de Mendel. (...)

(00:12:25) Se for uma dessas escolas que tem, sei lá, um enfoque, um enfoque... escolas particulares que tem tempo maior dentro de sala de aula, que o aluno tem que fazer trabalhos fora, enfim que o professor vai atrás do aluno para ver se ele fez ou não, coisa um pouco difícil de acontecer, na escola pública, ainda ele poderia trabalhar um pouco a base que vem antes disso: enzimas de restrição, que o DNA pode ser digerido, que depois ele pode ser ligado com outro pedaço, o que interessa no DNA é a sequência, a sequência é que vai determinar como que ele funciona. Enfim, de novo aí, nós estamos no básico, né, quer dizer, qual é o limite quando eu digo para você o que é gene, se o professor explicar muito bem para o aluno o que é gene, ou seja, se o aluno compreender muito bem o que é gene, ele vai saber que se eu cortar um pedacinho do gene tal, um pedaço do gene, e juntar com outro pedaço do gene, aquele pedaço pode funcionar. Eu estou no básico. Eu nem preciso estar falando de organismo transgênico. Está certo? Então, é meio tênue dizer o que é básico e o que deixa de ser básico.

(...)

(00:14:32) DB2: Eu acho assim. E isso, a gente até eu trabalho, tenho a oportunidade de trabalhar assim com professores de Ensino Médio que vem fazer curso de atualização aqui e a gente percebe que esses conceitos nos professores não estão sedimentados. Esta base que eu estou falando para você que é importante. Então, realmente eles ficam meio perdidos quando eles leem notícias da mídia, porque estão partindo do que para ler aquela notícia, né? É uma coisa complicada. Então, eu acho assim, também não acho uma coisa interessante para o aluno ouvir muito, sobre muitas coisas sem trabalhar um pouco para ver se realmente ele conseguiu fazer gancho daquilo que ele está ouvindo com alguma coisa básica que ele já tinha, que ele já tinha aprendido.

(...)

(00:19:56) DB2: (....)Eu vou fazer terapia celular, primeiro eu preciso entender o que é terapia celular, para depois eu entrar no problema ético que possa vir como consequência daquele emprego. Eu acho que isso...é...você passar por todos esses passos para que

ele tenha significado requer um tempo que eu acho que não existe. Porque são duas aulas por semana, só. Daí eu achar que o básico é simplesmente o básico ((risos)). Aquele mais clássico, está certo?

(00:18:00) E: Então, o básico seria uma ferramenta para ele entender...
(00:18:03) DB3: Para ele entender...
(00:18:05) E: ... um tema novo...
(00:18:06) DB3: Isso.
(00:18:06) E: ...que se apareça por aí.
(00:18:07) DB3: Isso.
É isso o que eu penso, né? Sabe. Então, quando surgiu a terapia gênica, Era saber: "Olha, eu enfio um gene lá consertado, e aí conserta. Será que é isso? Agora, célula-tronco . O que é célula-tronco , né? Porque está sendo tão debatido? Será que não tem condições de saber isso sem ser dentro de sala de aula? Se ele tiver uma base sólida, ele tem condições sim de entender o que fez, do que se trata. Não acho que o curso do Ensino Médio deva ser, ou pretenda ser, ou tenha que ser um dia, um dicionário. Eu acho que ele tem que ser sim uma base sólida de conceitos básicos de Genética que, embora tenha mais de 100 anos, são eles que são válidos ainda.

(00:10:40) DB4: (...) O que eu estou querendo pontuar é o que eu conheço de sala de aula, o que eu conheço de material didático ou de apostilas que a gente vê por aí utilizadas no Ensino Médio, o programa não avança da herança autossômica quando consegue chegar em cromossomos sexuais, né?, ligados ao sexo. Então, a gente está trabalhando só leis de Mendel. E não pode, a Genética é muito mais do que isto. É, então, se dá para pensar em módulos, em blocos tem que ter um bloco transgênicos, tem que ter um bloco célula-tronco, tem que ter o bloco doenças, câncer, talvez, e um bloco melhoramento genético para alimento, que eu acho que é bem prático bem fácil do professor trabalhar, tratar exemplos, né? de produtos usados na alimentação que dá para começar a puxar para a constituição deles e com isso explorar os conteúdos de Genética... (...)

DB5: (00:22:13) (...) Mas, evidentemente, esses conceitos (00:23:00) básicos de Genética são fundamentais até para a pessoa entender o que é um organismo transgênico, quais são as diferenças dele, como é que você gera um transgênico, quais são as semelhanças e as diferenças para variedades de espécies que você encontra na natureza inclusive, vantagens e desvantagens. Isso aí seria muito importante abordar. Porque você está comendo transgênico, está lendo transgênico, está ouvindo falar de transgênico... Então, isso é importante.

(00:46:39) E: (...) Mas algumas pessoas acham que seria melhor se concentrar nesse nível de ensino na Genética Clássica, nos padrões de herança mostrados por Mendel. Se concentrar mais nisso e não se aprofundar, não entrar em Biologia Molecular nem nas novas tecnologias relacionadas a transgênicos...
(00:47:26) DB5: Nessa altura do campeonato é impossível você fazer isso.
(...)
(00:48:23) DB5: Ah eu acho que, como eu te falei, nessas alturas do campeonato você ficar só com a Genética, por mais importante que seja não dá. A população tem sido bombardeada com Biologia Molecular em um nível mais básico ou menos básico. Genética, material genético, DNA, genomas, transgênicos... É impossível você não...seria uma perda muito grande...
(00:48:55) E: E o senhor acha que... Assim, as justificativas que essas pessoas apresentaram é que (00:49:00) o aluno não consegue compreender nada muito bem, então se você se concentrasse apenas na Genética básica ele teria uma chance maior de se aprofundar naquele conhecimento e sair realmente aprendendo pelo menos isso, enquanto outros professores tentam inserir tudo e aí os alunos saem do Ensino Médio não entendendo nada, nem o clássico nem o molecular. O que o senhor acha?
(00:49:27) DB5: Eu não sei...olha eu acho que...eu não sei o que eu faria porque eu sai do colégio, mas eu lembro que a gente ficava muito tempo na Genética Clássica para entender até todos aqueles mecanismos. Herança ligada ao sexo, parcialmente, restrita. Não se dava pouca importância para ela e eu acho que continuam dando a mesma importância. O que não dá é você voltar para a década de 60, ou antes, quando a Biologia Molecular ainda não tinha a importância que tem hoje. Seria tapar os olhos para uma realidade inegável. As pessoas precisam entender essas coisas, até para a formação de cidadania. Você já pensou um aluno desse lendo um jornal, ou ouvindo falar de transgênico, e aí? Eu acho que não dá.

(00:19:43) DB6: Então, eu acho que deve ser introduzido desde que o professor perceba que esse enxoval básico é dominado. Ele pode oferecer, não vejo porque não, eu acho que se o aluno está ávido em saber eu acho que dar mas não adianta ficar discutindo, como que eu posso dizer, ficar reproduzindo discursos xiitas de telejornal sobre transgênicos se o aluno sequer tem capacidade de entender como é que um transgênico é construído. Eu acho que entender como que um transgênico é construído ajuda a desmistificar. . Então, se você traz essa discussão do trangênico pra dentro da sala de aula sem condição de dar para o aluno ferramenta para ele entender de fato como a coisa é feita vai criar mito e vai ficar um bate-boca infrutífero. Você entendeu? (00:20:45) Fica um tal de achismos, aí fica um lado da sala, os eco-verde xiitas de um lado, os outros tecnológicos do outro e fica um achismo infinito porque ninguém tem um aporte técnico de conhecimentos para dar de fato uma opinião embasada. Se é pra repetir esse discurso bobo de revista e jornal eu não vejo porque trazer isso pra sala de aula. Mas se é pra dizer, olha o transgênico é construído assim, o gene da resistência ao herbicida está nessa planta, olha de fato isto aqui permite que o agricultor use o herbicida, você vai utilizar só um tipo só, por que é só isso que ele precisa nessa plantação. Olha, mas se ele usar outro herbicida isso não funciona... Quer dizer, se o aluno não tiver a informação técnica a discussão vira um blá blá blá, uma repetição do que está no jornal e que é muito emocional pro meu gosto. (00:21:42) Então, ou o aluno tem condição de entender um pouco a mecânica, como é feito, como é construído, para que que serve, quais foram as coisas que

se conquistaram com isso, vira mito, vira achismo, entendeu? E trazer isso pra sala de aula eu acho que pode não ser benéfico se não tiver bem embasado. É um risco grande fazer isso. Eu acho que tem professor no Ensino Médio com competência pra fazer isso mas eu não acho que isso é universal... entendeu? Então, eu acredito que uma nata de alunos e de professores tem a plena condição de dar conta disso e o professor tem a plena condição de trazer uma discussão muito saudável sobre isso, mas eu tenho medo de dizer que isso, olha vamos colocar nos currículos que tem que estudar transgênicos, eu acho que se o professor não estiver bem equipado para lidar com isso é melhor não dá do que ficar repetindo esse blá blá blá de mídia.

(...)

E: Bom, a senhora falou que esses temas, como por exemplo transgênicos, seriam secundários.
DB6: Eu acho que é secundário, eu acho que não é toda classe que dá conta.
E: Mas se ela não tiver essa base que a senhora falou a senhora acha que quando ele sair do Ensino Médio ele vai conseguir ler uma reportagem e compreender?
(00:27:44)DB6: Isso.

(...)
(00:27:44) DB6: (...) Infelizmente muita coisa que rola na imprensa é achismo não tem Ciência por trás. (00:28:44) Vários assuntos caem nesta roda. Os transgênicos, as células-tronco, entendeu? Eu já vi jogos de palavras com células-tronco, um mau uso de células-tronco assim escandalosos para manipular com a opinião, por textos escritos por médicos, por gente do meio cientifico que simplesmente queriam convencer as pessoas que célula-tronco embrionária é um absurdo. Então, uma doutora escreveu em um jornalzinho dizendo que se você injetar célula-tronco em um animal experimental ou em uma pessoa elas causam tumores chamados teratomas. É óbvio que isso é verdadeiro. Isso aí é uma definição de célula-tronco embrionária. Você injeta em um animal experimental e causa um câncer chamado teratoma. Justamente porque elas estão no estado de célula-tronco -embrionária. Agora essa doutora não explicou que quando as pessoas planejarem fazer terapêuticas baseadas nisso elas já vão ter diferenciado as células-tronco em tipos celulares para eu tentar fazer medicina reparadora. (00:29:48) E que não se vai injetar a célula-tronco direto nas pessoas. E que antes disso vão ser feitos anos de testes em animais e que se eventualmente um tratamento desse aumentar a incidência de câncer nos animais, que isso não vai se passar para seres humanos. Mas ela começa com “Se você injetar célula-tronco embrionária em um ser humano ou em um animal experimental ele vai ter um câncer chamado teratoma”. É verdadeiro, mas isso é um jogo de palavras que não faz sentido. Todo mundo sabe disso. É verdade, mas o que está se falando em medicina regenerativa não é injetar células-tronco nas pessoas, é diferenciar essas células antes, entendeu? Você vê jogos de palavras terríveis na imprensa para manipular a opinião pública, entendeu? Aí vai chegar lá um aluninho do Ensino Médio “Professora, é verdade que célula-tronco dá câncer?” Será que o professor está apto para responder isso? É duro, né? O nosso mundo é muito duro. O professor tem que estar muito ligado

(00:30:49) para falar dessas coisas. E aí às vezes eu fico pensando ele deve falar? Deve, se ele estiver equipado para isso. E eu acho que é melhor nem falar se for falar coisa errada. Porque eu acho que de achismos nós já estamos saturados. E o professor do Ensino Médio não pode correr esse risco de dizer "Ah, eu acho que célula-tronco é assim, eu acho que os transgênicos são bonzinhos ou malzinhos". Eu temo por isso. Então, se você põe uma lista na área - eu sei que as coisas não são mais assim - mas se você colocar como prioridades lá na diretriz de Ensino Médio que tem que falar dessas modernidades: célula-tronco , transgênicos, seja lá o que for, eu acho muito legal. Mas fica a minha pergunta, todo professor está preparado para isso? Para não criar mais confusão? Onde já tem o suficiente? Você está entendendo? Então, o meu ideal seria que todas essas coisas, essas básicas que eu coloquei como fundamentais como essas que eu considero sofisticadas, como Projeto Genoma, transgênicos, uso de células-tronco, terapia gênica, essas coisas todas pudessem ser abordadas no Ensino Médio. Que idealmente deveriam. Acho que contribuiriam para a formação de um cidadão critico mas receio, seriamente, que infelizmente a maioria dos professores de Ensino Médio não está habilitada, não está preparada para encarar essa na sala de aula e fazer serviço melhor, de qualidade superior ao que a mídia está fazendo

(00:13:51) E: And do you think that the fourteen-year-olds are able to learn what is cloning and gene therapy without learning the techniques? Do you think it's easy or difficult for them?
(00:14:20) PE2: It is a good question. I think they've heard of gene therapy before, they've heard of genetic engineering, so they are familiar with the terms, they familiar a little bit with what they do. Once they certain understand what a DNA is composed, of how it can start to control, they are able to make a little bit (some) pieces and make more sense of it.(…)
(00:15:34) PE2: Interesting. At the school our students are pretty smart for the most part they grasp it. I do think though there are always a few students to have a really hard time understanding (00:15:49) How something so non-seeable…You can't look in your skin and see DNA, how something like that can control an entire living world. So, I think for most students, they grasp it, they can understand it, they can make the connections from the DNA to the expressions but there are some students where… I don't know… I mean if you really almost (bring it hard) but I don´t know if they ever really truly grasp how DNA and Genetics are changing and how they (roll in) the world …, we try so hard…

(00:12:05) E: I interviewed other teachers and professors here and in Brazil and sometimes they agree or disagree on teaching Biotechnology, about Biotechnology we use involving Genetics: cloning, PCR, genetic therapy, genetic modified foods. Sometimes they agree, sometimes they don't agree on teaching it, depending on the professor, depending on the teacher. What do you think about it?

(00:13:14) PE6: I think it needs to be told, high school students have the ability to understand them, just the fundamental is that when it comes to PCR or that stuff of the methodology, we don't have to go into the methodology because that's a little bit deep. (…)

(00:14:42) E: These teachers that told me they disagree on it, they told me that students have difficulties to understand Genetics so it's better to stay in the basic contents about Mendel laws, about basic things about Genetics than go to Biotechnology, students will be confused and won't learn anything because it's so much content. What do you think about this opinion?

(00:15:34) PE6: I like that opinion, I like the idea in just staying with the basic. The basic is fundamental, the basic is the foundation. If the students don't get the basic of what Genetics is about and going into Biotechnology can be a challenge. If they don't understand what a gene is, when I say a "gene" I mean: "Can they picture gene?", "Can they draw a gene?", "Can they conceive it?" If they don't get that fundamental: "the genes are found on DNA" then for me to introduce the biotech that they might be entertained. And so I do agree with that thinking. But then again there are different students and depending on the type of students that you have, if you have students that really… If as a teacher you believe they're prepared to learn a little bit about the Biotechnology than I believe as a teacher you should take them there. But the most important that should be covered it's just the basics on Genetics. The whole fundamental of what Mendel did, I think it's excellent, I think it's really simple Genetics, it's Genetics that you can practice at home, what you're getting it's fundamental Genetics no (higher stuff).

(00:09:15)E: And you receive here students from High School, do you think that they know this knowledge, the Molecular Biology, Biotechnology. Are they able to learn this knowledge at High School?
(00:09:45)DE1: That's a good question. I'll give the answer but it is based on my ignorance because I never really tried to find out how much they know. I get students that are at least at the sophomore level ((segundo ano)). So they have supposedly according to the course requirements already have had the course for some of that material should have be covered. So, to really know how much they are getting in High School I can't really accurately address. I would say just in general that my feeling is that they don't really know, even after having had a college experience. I'm not blaming my colleagues for what they teach, I don't think it is necessary. Every time you ask students if they have seen a certain material before they'll tell you NO. But I`ve talked to my colleagues I assume that they are not going to lie, and in fact they have presented the stuff.

(00:03:51) (…) So, Molecular is not something sitting itself in some place alone, it is really an integral part of Modern Biology.

(00:05:56) E: So about the Biotechnology, how much deep must this content be? Do they need to learn about the technical or not? What must they know?
(00:06:29) DE3: I think basic concepts are necessary. Technology continues to be evolving, it is changing. When I got my Phd a lot of technology wasn't there. When you grow up you learn that technology as the technology is coming up. At high school level I don't think technology per se is important that much, but the basic concept is. If somebody is interested in Science at the high school level, you may have to teach them how to learn new things as they come along. Get them really really interested in Science so they will always be excited to learn new things but the new things, if you don't keep up with the new things you don't survive. (00:07:20). The best example is … in the US and some of the western of the countries, some of the Eastern and African countries where people can't keep up with their technology, you see how behind they are and here we keep up with that don't matter how young or how old we are that something comes up… you know, you have to keep up with technology. But learning technology at the high school level, I don't think that's important. They should have the basic concepts. So as the technology comes they can absorb it and understand it.

00:07:55) E: Would you like to justify more why these topics you selected are important?
(00:08:20) DE3: No, I think that I said that because encounter technology everyday and if they don't really have an understanding of it at least as an educated person then it will be very very difficult for the whole society to move in that direction.

(00:10:55) (…) DE3: The people who are really teaching genetics courses ((no contexto refere-se aos docentes)) but really in the Modern Biology, genetic is not separate as far as I know, I know it should be a separate subject but it is integrated in everything, see, I teach Biology and Immunology and without Genetics they cannot understand my lecture, (that's a) basic knowledge. And Genetics is really an approach. See, in Biology we talk about it I don't think technology is important and many of my colleagues may not agree with me because they are technologic oriented. I think what is important in Science is to really ask very quality questions. And then we see how can we answer these questions, at that time we look at technology. (00:11:54) If there is already technology available that can answer some of the questions that we are asking in a laboratory, there is no need to develop a new technology But, because as we are asking more and more questions which present technology cannot answer, so, only then it becomes necessary to come up with a new technology. I don't think that would be necessary at a high school level but we are dealing with a diagnostic level. But technology for technology, as far as I'm concerned, is not important at all. What questions can technology answer? That is important. So, looking at the history of Nobel prizes, with the exception of three or four, Nobel prizes is "share bonds" for the techniques for example PCR, monoclonal antibodies and things like that. (00:12:51) Two or three really I can count on my fingers. Everything else are really the concepts, these are the quality of the questions people are asking and technology was already there to answer them, you have to be innovative. I think for high school people should know that it will not be necessary to remember things because we have computer,

hard discs, tape recorders and all this kind of things. I think it's important to develop the analytical liability of the students, and without basic concepts they won't be able to develop that analytical liability.

Leis de Mendel ou Genética Molecular?

(00:06:56) DE2: I don't think structure is necessarily that important. For me it's more the abstract understanding of what it is covering. They have a hard time visualizing things. This generation, I don't know if this is the same way in Brazil or not, but definitely here in the US is so visual orientated. It seems to me that they haven't been exposed to good visuals of what is actually happening. They get really bad information, and I feel like that part of what I do is I'm unteaching what they've already learned and help them learn on top of that. (00:08:07) (…) they have seen a lot of things but they have the general idea of what it is useful for. And so the Mendelian, that goes along with the mitosis, they generally get some of that stuff. But it's when you start saying the reason to getting this phenotype is because of a gene, that makes a protein, and is on the chromosomes it is where they get lost or I lose many of them, I guess I should say.

(00:35:00) DE6: I agree there are many complex things about Molecular Biology they shouldn't be learning and I struggle a little bit here when I even want to mention both transcription and translation whether I just want in the High School say "Ok there the steps that happen and you end up with ACGT and you end up with methionine, serine" … you know, you get from this to that without worrying about any level detail, I mean, but here is my point, I think Mendel is misleading in one sense, he understands how… he figured out the essence of genes as units work sexual production (00:35:53) but I think the problem there is that as a human being if I wanna understand my phenotype it is not just a whole series of dominate, recessive, single gene traits, it's, if, Genetics becomes to them a 3:1 ratio, it's beautiful if they can actually fully appreciate, "Oh, Cool!" But there are two problems. Number 1, I actually have being taught Genetics a lot, as simple as Mendel is in essence. It actually, I think it's harder for many students to grasp on that own terms than a simple idea of DNA, RNA, protein, two strands, separate and copy them. (00:36:56) I think the nicest thing about DNA is that it actually does it is simplifies the biochemistry. I don't think students should learn the great details about biochemistry, I don't think

they should learn detail about DNA, and they certainly at this level shouldn't learn the gory details of all the steps in transcription, all the steps in translation, etc. That's complex, that's hard core Molecular Biology. But the simple facts of Molecular Biology I actually think are more important now right at the high school level for a variety of reasons, and more important really than Mendel. I love Mendel. I think it's very important but more for historical reasons. If you come away thinking that Genetics is Mendel and, "oh, one gene goes here and one gene goes there and then they come back together"… you are putting them into the head of Mendel, Mendel is brilliant but he didn't really know, he only came to learn one thing about genes and that's how they work during sex. (00:38:10) Well, in some cases they are determined even essentially for phenotype, in some situations, once they have the study… you know… if you were a pea and everyone was either tall or short that would be lovely but except for some disease conditions, (so a) person isn't taller than someone because they have two copies of the tall gene and two copies of the short gene… you know… The rules don't apply to most of what matters in terms of most natural variation. I would say that if you wanna cover Mendel at all, you only wanna cover when you get to this… you know… Phenotype, genotype, sometimes it is simple (00:38:53) but I think you really want even cover that after they know what DNA is, after they understand something about that …passed on and… well, how it's copied. (00:39:05)

(00:39:58) But the bigger point I think, I think Mendel is misleading because if you're looking for Mendelian inheritance for traits, you don't really see it enough and it tends to reinforce a deterministic view of the genotype and phenotype relationship because when it's Mendelian it is deterministic. Well most of the things that matters to us as individual humans, it doesn't work that way. (00:40:57) (…) DNA, RNA, protein, you know, if they simply have that basic understanding and I'm not (advocating) teaching (in core detail), but just what's a gene for? A typical gene is there to encode information for making the protein, how do genes work? They work through proteins. And if they come away with that, I think that's more important than knowing well whenever a pea plant is gonna have sex, whenever a flower… you know… (00:42:01) segregate, a law of segregation, I mean, that's simple, but working them through a million Punnett squares if they actually don't bring it up to, also, I think in a way it's more important to get the simple points of Molecular Biology cross, because modern Genetics isn't Mendel, I mean, it includes Mendel and obviously you have to use the kind of tools that Mendel started developing to be a geneticist and analyze things you need to rely on variations, study the inheritance and how that affects the phenotype but the Mendelian situation is for an ordinary citizen, I think, I think it's probably over (the size). I really do (…) genes were black box to Mendel, and they are not a black box to us. (00:43:49) And so, I think, you can give Mendel his due, historically he is incredibly important. Discovering the existence of genes per se; that was even more important than his laws. I mean, to me the fact that there were units of heredity… and how they behave; they only really knew they existed because they could see how they behaved in sexual crosses for Mendelian traits. But it's even more fundamental that there is this unit to me than that they happen to segregate during sex. (…) I think that if you stop there, if you stop your treatment of Genetics with sort of just Classical Genetics and skip Molecular Genetics and Molecular Biology you just kind of confuse the kids because all they are gonna hear in the media is DNA, that's the way I see it, I mean, all is DNA, we live in this DNA century in the world now and everything they learn about Biotechnology isn't about laws and segregations, it's about manipulating DNA. (00:45:00) We don't need technology to get

segregation to happen, the organism does it, we use Biotechnology to take the cells, to play with them, why does that matter? It doesn't matter because genes segregate, it matters because they affect protein, still I'm saying and I think you're losing the thread of what students need if you kind of look at this… Mendel only or certainly at Mendel first. Now, in college level Genetics there's been a change, a shift, it's not universal, genetics textbooks used to start with Mendel, chapter 2, you know, one would be introduction to Mendel and then… and then you get to ten or twelve, DNA structure, what…, you know. In most books…, most books are starting to invert that. We cover DNA first. (…) And at this day in age, pretending that you don't know what a gene is because that's what you have to do to put yourself in Mendel's shoes is kind of silly, what a gene is physically, you know, molecularly. And I don't fully agree but I've heard an opinion expressed by some geneticists that even when you do Genetics in college they don't really even teach Mendel anymore. It's…I mean at some level they have to, (00:46:57) but it's… the central themes are no longer, you know, (…)
But if they don't understand why, that's less important, than they just get the basic idea. (…) (00:47:53) And in the end I think it's more important for them to realize, whatever my chances are this all comes down to molecules and that's again from a philosophical point of view important that they can appreciate that what you see has always some microscopic molecules that play out and that's just from a philosophical point of view, they don't have to accept that they are merely a bag of chemicals but to understand that… you know… chemicals… things of that hit a level… are what (automatically) matter the most at a biological level. We don't have to pretend anymore that we don't know anything about DNA, when we do and then…I think we do in students this service if we to say "Oh Molecular Biology is too complicated". It's only complicated if you put the complications in, but the essences of unit, DNA, translate and protein, you know (…) (00:49:55)I mean, Mendel's laws don't apply to bacteria. Mendel's laws are not universal, they apply to sex and they apply to genes that are not closely linked, for the second law and dominance sometimes it is sometimes it isn't and what only matter is that a single gene trait anyway and it is cool to think about "Oh I wonder what it means", but that's for specialists. I think for a kid in High School, "Oh! Look! Dad is tall mom is short I'm in between oh I must be an incomplete dominance" that's silly, the lessons at Mendel are to limited to emphasize. So that would be my take.

Características complexas:

(00:10:24) PB5: (...) A gente está ainda tateando, ainda está vendo até que ponto a gente consegue abandonar aquela Genética muito... sabe... quadrado de Punnet, proporção 1 para 2 para 1, 1 para 3, aquela coisa bem amarrada que está nos livros didáticos, e muito determinística, que é pá pá pá pá pum, para uma abordagem um pouco mais assim crítica em relação à Genética, entendeu? "Ah professora, então eu tenho gene e eu vou ser assim". Eu falo: "Olha gente, como assim, eu tenho um gene e vou ser assim?" Então, por

exemplo, essa questão toda do *23andme*, da venda de genomas parciais, agora U$399,00, aí existe uma discussão... até que ponto vale, até que ponto não vale, até que ponto é importante, até que ponto não é importante. Então, assim, a gente está no momento de reestruturar, eu acho. Não está fácil não, mas é como eu te falei, talvez a gente aqui fique um ponto fora da curva, entendeu o que eu estou querendo dizer? Pela formação dos professores, que aí consegue ter uma noção maior. (00:11:49) Eu não sei, assim, os professores que não tem a formação na área mais de Genética, mais digamos... molecular e tal, se conseguem alcançar as dúvidas até.
[...]
(00:14.32) Eu falo, então, a fisio/... não é só desmistificar um pouco, ah eu tenho DNA, então por ter o DNA desse jeito eu vou ser... já estou determinado a ser. Mas ao mesmo tempo não é simples, por que existem as características específicas de fisiologia básica. E que estão dependentes dessa informação e dessa interação, né? Então, não é um trabalho fácil não.

DB6: (00:06:14) Então, o que que acontece? Então, vem os exemplos de Genética Humana e aí começam as inadequações. Primeiro, as primeiras que me incomodam, tratar como monogênicas características que são poligênicas ou multifatoriais. Por exemplo, tratar a cor do olho como monogênica tratar a cor da pele como característica monogênica, tratar se o cabelo é liso ou crespo com regra simples que qualquer aluno de bom senso que chegar em casa vai ver que não funciona. Então, por que que se insiste em problemas, ainda que sejam uma simulação, seja um pressuposto, a repetição desses exemplos? ... depois o aluno chega aqui na faculdade achando que olho claro é recessivo, olho escuro é dominante, e que é sistema monogênico (aquela coisa), ou seja, a pessoa de olho claro que casa com alguém de olho claro nunca vai ter filho de olho escuro, o que e uma grande mentira, é só você sair por aí que você vai achar exemplos desse tipo. (00:07:17) Então, a escolha do exemplo é infeliz. Então, eu acho que os professores tinham que ser rigorosos em ter exemplos reais pra não difundir pela população alguns mitos de que cor de olho, que cabelo liso, cabelo crespo, cor da pele, seja lá o quê, sejam tratados como simplificações de herança monogênica. Isso já causa uma distorção horrorosa. A outra que eu acho que o professor de Ensino Médio não está muito preparado para lidar é que é assim, a partir do momento que você dê exemplos de doenças com mecanismos monogênicos claros, olha essa doença é recessiva ligada a X, essa é dominante, ainda que os exemplos estejam corretos, os alunos automaticamente vão transpor para doenças que eles estão acostumados mais a ver nas pessoas que são de fato os grandes problemas de saúde pública, diabetes, pressão alta, o câncer e etc. (00:08:15). Então, eles vão começar a olhar o câncer da vovó, o diabetes da vovó, a pressão alta do papai e eles vão tentar aplicar os mecanismos mendelianos monogênicos para explicar isso e também vão ver... vão tirar conclusões erradas e vão ver que também não vai funcionar bem e vão perguntar isso pro professor. Eu não sei se o professor está preparado para lidar com essa pergunta. Eu não sei o que o professor responde nessa hora porque muitos deles não estudaram herança poligênica ou multifatorial. Então, eu acho que precisa, eu vejo os professores e dá a impressão que eles abandonam herança poligênica no fim do curso porque é difícil, então dá a primeira lei, segunda lei, mapeamento, e deixa a poligênica que é chato para o fim. Mas de fato a herança poligênica e multifatorial é o que explica a maior parte dos fenômenos que a gente está vendo. Então, os problemas de saúde pública mais importantes, diabetes, hipertensão, que os alunos veem em casa não se encaixam na herança mendeliana e os professores não ensinam o poligênico e o multifatorial. (00:09:16). Se bobear, o professor talvez até fale coisa

errada, não sei o que os professores falam, nunca tive essa experiência de perguntar o que que o seu professor disse sobre diabetes, o que disse sobre hipertensão, o que disse sobre o câncer. Então, eu imagino que os professores sabem muito pouco da herança dessas doenças que o mecanismo mendeliano simples não explica. Então, estudar... a herança multifatorial fica abandonada no Ensino Médio e aí os exemplos que são usados nos problemas de Genética acabam não servindo pra muita coisa porque eles só servem para uma coleção pequena de doenças muito raras para os quais esses mecanismos de fato se aplicam. Eu acho que o professor tinha que estar habilitado pra mais tarde falar de coisas comuns, falar um pouquinho de câncer, doenças coronarianas, entendeu? Ler um pouquinho mais sobre isso, pois o aluno vai perguntar. Ele vai falar minha vó tem diabete e toma insulina, diabete é dominante? O meu pai também vai ter diabete? Eu vou ter? ( ) Eu não sei se o professor está capacitado para lidar com isso.
(00:10:21) E: Então, na sua opinião também seria importante ensinar a herança multifatorial para eles no Ensino Médio?
(00:10:22) DB6: É. E o efeito do ambiente. Enfatizar o efeito do ambiente porque o risco de você ficar fazendo muitos problemas de Genética é o aluno sair com um conceito super determinista de Genética. Meu gene diz tudo. E não é verdade. (00:10:44) (...)O ambiente some depois da hereditariedade. Ele só volta à ( ) na herança multifatorial, você entendeu? Na herança multifatorial, herança poligênica. O ambiente fica um pouco obscurecido. Então, sai também o aluno com falso determinismo genético na cabecinha. (00:11:45)

(...)

(00:23:30) DB6: Eu vou dar um exemplo pra você. Outro dia saiu um bate-boca numa revista entre dois cientistas que são verdadeiras vedetes da Genética humana, um deles defendendo a realização de um teste genético que indica predisposição à doença de Alzheimer e o outro geneticista defendendo a posição contrária. Tem um teste que diz , se você está com um determinado alelo, e esse alelo aumenta talvez quatro ou cinco vezes seu risco de vir a manifestar a doença de Alzheimer. Não que quem não tem esse alelo não vai ter doença de Alzheimer e não obrigatoriamente você vai ter a doença de Alzheimer se você tiver esse alelo. Só compreende isso bem quem estudou a tal da herança multifatorial pode entender que certos genes têm efeito de predisposição a uma determinada doença mas que eles não sabem quais são os determinantes da doença. (00:24:29) Então, um geneticista muito conceituado defende que todo mundo deveria fazer este teste e o outro mais sensato diz que ‘não, não muda’. Daí uma colega me escreveu e perguntou minha opinião e falei ‘olha, eu acho que todo mundo devia evitar o fumo, devia evitar comer porcaria, devia fazer caminhada todo dia para não ficar obeso, pra diminuir suas chances de ter diabetes, de ter um enfarte, devia praticar atividade física, acho que todo mundo devia fazer uma atividade de lazer que utilizasse sua mente, como tocar um instrumento musical e tal. Todas essas coisas que eu falei, elas previnem doenças como obesidade, hipertensão, a doença de Alzheimer, a doença coronariana e tal, sem que você precise testar o genótipo de ninguém por isso. Independente de eu fazer o teste do Alzheimer ou não, se vai dar maior ou menor disposição para Alzheimer, eu fazer um teste médico pra me dar mais predisposição ou não para uma doença cardíaca, eu acho que eu tenho que tomar cuidado para eu não engordar, para eu não comer um monte de doce, para não comer uma picanha cheia de gordura porque

dependendo do meu genótipo eu ainda vou ter o risco de uma doença cardíaca, de ter diabetes, que não é o genótipo que vai mudar minha atitude perante a vida (00:25:50)'. Então, você imagina se um estudante de Ensino Médio ou um professor de Ensino Médio escuta as duas estrelas da Genética batendo boca sobre esse assunto, como que essa pessoa vai formar opinião sobre isso se ela não entender essa mecânica que eu estou falando da doença multifatorial que é genes mais ambiente na probabilidade de você ter doença? Como que o cidadão comum que vai ler a coluna do Dr. Fulano na Veja e a coluna do Dr. Beltrano no Estado de São Paulo ele vai julgar se o Dr. A está falando uma besteira, se o Dr. B está falando a coisa certa, se ele não conhece essa mecânica? Entendeu? Então,

(00:02:09) DE1: (…) I would consider Quantitative Genetics to be not very important in terms of its depth. I would not say that it is not an important subject but more that the students should have at least a conceptual understanding that many traits in a population are controlled by many different genes and that it is the way that these genes interact to for the trait to appear. (00:03:22) Some traits, that is true, some traits, it is, you know, more straight forward that only one gene can control the whole trait, a lot of traits that is not true.

(00:10:50) (…) (DE6) I don't know if they have follow and learn everything about Mendel's experiments, I think it's good if they can but I think it's more important if they appreciate, you know, there are simple relationships determining Mendelian traits and give a few examples and explain, in some cases the genotype is determined in a very simple way, and give examples, genetic diseases something they can relate to, I think that's good but I think it's even more important to backup and save but the problem is that the automatic relationship in most cases is very complex. […]So, a few simple cases but then introduce the concept of polygenic effects and gene environmental interactions and stuff, maybe a few examples but the broader point is just to make it clear, as a matter of understanding.

(00:35:00) DE6: I agree there are many complex things about Molecular Biology they shouldn't be learning and I struggle a little bit here when I even want to mention both transcription and translation whether I just want in the High School say "Ok there the steps that happen and you end up with ACGT and you end up with methionine, serine" … you know, you get from this to that without worrying about any level detail, I mean, but here is my point, I think Mendel is misleading in one sense, he understands how… he figured out the essence of genes as units work sexual production (00:35:53) but I think the problem there is that as a human being if I wanna understand my phenotype it is not just a whole series of dominate, recessive, single gene traits, it's, if, Genetics becomes to them a 3:1 ratio, it's beautiful if they can actually fully appreciate, "Oh, Cool!" But there are two problems. Number 1, I actually have being taught Genetics a lot, as simple as Mendel is in essence. It actually, I think it's harder for many students to grasp on that own terms than a simple idea of DNA, RNA, protein, two strands, separate and copy them. (00:36:56) I think the nicest thing about DNA is that it actually does it is simplifies the biochemistry. I don't think students should learn the great details about biochemistry, I don't think

they should learn detail about DNA, and they certainly at this level shouldn't learn the gory details of all the steps in transcription, all the steps in translation, etc. That's complex, that's hard core Molecular Biology. But the simple facts of Molecular Biology I actually think are more important now right at the high school level for a variety of reasons, and more important really than Mendel. I love Mendel. I think it's very important but more for historical reasons. If you come away thinking that Genetics is Mendel and, "oh, one gene goes here and one gene goes there and then they come back together"… you are putting them into the head of Mendel, Mendel is brilliant but he didn't really know, he only came to learn one thing about genes and that's how they work during sex. (00:38:10) Well, in some cases they are determined even essentially for phenotype, in some situations, once they have the study… you know… if you were a pea and everyone was either tall or short that would be lovely but except for some disease conditions, (so a) person isn't taller than someone because they have two copies of the tall gene and two copies of the short gene… you know… The rules don't apply to most of what matters in terms of most natural variation. I would say that if you wanna cover Mendel at all, you only wanna cover when you get to this… you know… Phenotype, genotype, sometimes it is simple (00:38:53) but I think you really want even cover that after they know what DNA is, after they understand something about that …passed on and… well, how it's copied. (00:39:05)

(00:39:58) But the bigger point I think, I think Mendel is misleading because if you're looking for Mendelian inheritance for traits, you don't really see it enough and it tends to reinforce a deterministic view of the genotype and phenotype relationship because when it's Mendelian it is deterministic. Well most of the things that matters to us as individual humans, it doesn't work that way. (00:40:57) (…)DNA, RNA, protein, you know, if they simply have that basic understanding and I'm not (advocating) teaching (in core detail), but just what's a gene for? A typical gene is there to encode information for making the protein, how do genes work? They work through proteins. And if they come away with that, I think that's more important than knowing well whenever a pea plant is gonna have sex, whenever a flower… you know… (00:42:01) segregate, a law of segregation, I mean, that's simple, but working them through a million Punnett squares if they actually don't bring it up to, also, I think in a way it's more important to get the simple points of Molecular Biology cross, because modern Genetics isn't Mendel, I mean, it includes Mendel and obviously you have to use the kind of tools that Mendel started developing to be a geneticist and analyze things you need to rely on variations, study the inheritance and how that affects the phenotype but the Mendelian situation is for an ordinary citizen, I think, I think it's probably over (the size). I really do (…) genes were black box to Mendel, and they are not a black box to us. (00:43:49) And so, I think, you can give Mendel his due, historically he is incredibly important. Discovering the existence of genes per se; that was even more important than his laws. I mean, to me the fact that there were units of heredity… and how they behave; they only really knew they existed because they could see how they behaved in sexual crosses for Mendelian traits. But it's even more fundamental that there is this unit to me than that they happen to segregate during sex. (…) I think that if you stop there, if you stop your treatment of Genetics with sort of just Classical Genetics and skip Molecular Genetics and Molecular Biology you just kind of confuse the kids because all they are gonna hear in the media is DNA, that's the way I see it, I mean, all is DNA, we live in this DNA century in the world now and everything they learn about Biotechnology isn't about laws and segregations, it's about manipulating DNA. (00:45:00) We don't need technology to get

segregation to happen, the organism does it, we use Biotechnology to take the cells, to play with them, why does that matter? It doesn't matter because genes segregate, it matters because they affect protein, still I'm saying and I think you're losing the thread of what students need if you kind of look at this… Mendel only or certainly at Mendel first. Now, in college level Genetics there's been a change, a shift, it's not universal, genetics textbooks used to start with Mendel, chapter 2, you know, one would be introduction to Mendel and then… and then you get to ten or twelve, DNA structure, what…, you know. In most books…, most books are starting to invert that. We cover DNA first. (…) And at this day in age, pretending that you don't know what a gene is because that's what you have to do to put yourself in Mendel's shoes is kind of silly, what a gene is physically, you know, molecularly. And I don't fully agree but I've heard an opinion expressed by some geneticists that even when you do Genetics in college they don't really even teach Mendel anymore. It's…I mean at some level they have to, (00:46:57) but it's… the central themes are no longer, you know, (…) (00:49:55)I mean, Mendel's laws don't apply to bacteria. Mendel's laws are not universal, they apply to sex and they apply to genes that are not closely linked, for the second law and dominance sometimes it is sometimes it isn't and what only matter is that a single gene trait anyway and it is cool to think about "Oh I wonder what it means", but that's for specialists. I think for a kid in High School, "Oh! Look! Dad is tall mom is short I'm in between oh I must be an incomplete dominance" that's silly, the lessons at Mendel are to limited to emphasize. So that would be my take.