

PISA 2025 TƏBİƏT ELMLƏRİ ÜZRƏ ÇƏRÇİVƏ SƏNƏD
(layihə sənədi)

May 2023



Mündəricat

Mündəricat.....	2
Sənədin hazırlanması ilə bağlı ümumi məlumat	5
1. Giriş	7
2. Təbiət elmləri & bu, niyə vacibdir?	7
3. 15 yaşlı şagirdlər üçün təbiət elmlərinin tədrisi və nəticələr.....	12
Cədvəl 1. Təbiət elmləri üzrə kompetensiyalar	14
Cədvəl 2: Elmi biliklər.....	16
Diagram 1. PISA 2025 təbiət elmlərinin qiymətləndirilməsi çərçivə sənədi	18
Təbiət elmləri üzrə kompetensiyalar: Əsaslandırılmış izahlar	19
Kompetensiya 1: Hadisələri elmi cəhətdən izah edir	19
Kompetensiya 2: Elmi araşdırma layihələrini tərtib edir və qiymətləndirir, elmi məlumat və sübutları tənqidi şəkildə şərh edir	21
Kompetensiya 3: Qərar qəbulu və fəaliyyət zamanı elmi məlumatı araşdırır, qiymətləndirir və tətbiq edir ..	25
4. Sahələrin təşkil edilməsi	29
Qrafik 1: Təbiət elmlərinin tədrisində dörd komponent	29
Qiymətləndirmə üçün kontekstlər.....	29
Qrafik 2. PISA 2025 təbiət elmlər üzrə qiymətləndirmə üçün kontekstlər	21
Təbiət elmləri kompetensiyaları: fəaliyyətlərin nəticələri	22
Təbiət elmləri üzrə biliklər.....	26
73. Təbiət fənninin inkişaf etdirdiyi üç kompetensiya aşağıda qeyd olunan üç növ biliyə əsaslanır	26
Cədvəl 6. PISA 2025-də təbiət elmləri üzrə ümumi biliklər	27
Canlı sistemlər:	28
Yer və kosmik sistemlər:.....	28
Cədvəl 7. PISA 2025 Prosedural bilik.....	31
Epistemoloji bilik	31
Cədvəl 8. PISA 2025 Epistemoloji bilik	32
Elmi iddialarda verilənlər və sübutlar	34
Elmi mühakimənin xüsusiyyəti.....	34
Təbiət elmlərinin müştərək və kollektiv xüsusiyyəti	34
Elmi identifikasiya.....	35
PISA 2025 üçün Elmi identifikasiyanın müəyyənləşdirilməsi.....	38
Cədvəl 9. Elm kapitalı və Epistemoloji inanclar	39
5.....	42
Qiymətləndirmənin xüsusiyyətləri.....	42
Koqnitiv tələb.....	42
Şəkil 2. PISA 2025 çərçivə sənədində koqnitiv tələb	45
Testin səciyyəvi xüsusiyyətləri	47
Şəkil 3. Koqnitiv sorğu üçün qiymətləndirmə vahidlərinin və tapşırıqların tərtibi və təhlili üçün vasitə	48
Sualları cavablandırma formatı	49
Qiymətləndirmənin strukturu.....	50
Qrafik 3. Biliyə görə balların paylanması	51
Qrafik 4. Elmi kompetensiyalara görə balların paylanması	51
Tendensiya hesabı	52

Qrafik 5. Hesabat şkalasının PISA 2025 üçün təklif olunan ilkin layihəsi	53
6. Ətraf mühit haqqında elm.....	57
Giriş	57
Antroposendə fəaliyyətlilik	61
Cədvəl 12: Antroposendə fəaliyyətlilik	61
Kompetensiya 1: İnsanların Yer sistemləri ilə qarşılıqlı təsirini izah etmək.....	62
Kompetensiya 2: Sübutların müxtəlif mənbələrinin qiymətləndirilməsi və ətraf mühitin bərpası və davamlılığı üçün yaradıcı və system düşüncəsinin tətbiqi əsasında fəaliyyət göstərmək məqsədilə əsaslandırılmış qərarlar qəbul edir.....	63
Kompetensiya 3: Sosial-ekoloji böhranların həlli yollarını axtararkən müxtəlif perspektivlərə ümid və hörmət nümayiş etdirir.....	64
151. Bu kompetensiya epistemoloji inanclar, digər insanlara, növlərə və planetə qarşı qayğı və narahatlıq, sosial-ekoloji böhranların həllində effektivlik və vasitəçilik hissləri daxil olmaqla Elmi identifikasiya konsepsiyası ilə ölçülən elementləri ehtiva edir. Bu kompetensiya ümumi, prosedural və epistemoloji bilik tələb edir.....	64
Hesabat şkalasının ilkin layihəsi	64
Qrafik 6: PISA 2025-də ətraf mühit üçün təklif olunan hesabat şkalasının ilkin layihəsi	66
7. Nümunə suallar	69
Elmi nümunə 1: İstixana	69
Qrafik 7: İSTİXANA üçün çərçivə təsnifatı Sual 1	71
Qrafik 8: İSTİXANA üçün çərçivə təsnifatı sual 2	71
Qrafik 9: İSTİXANA üçün çərçivə təsnifatı sual 3	73
Qrafik 10: İSTİXANA üçün çərçivə təsnifatı sual 4	74
Qrafik 11: İSTİXANA üçün çərçivə təsnifatı sual 5	75
Qrafik 12: İSTİXANA üçün çərçivə təsnifatı sual 6	76
Elmi nümunə 2: Siqaret çəkmək	78
SİQARET ÇƏKMƏK: Sual 1	78
Qrafik 13: SİQARET ÇƏKMƏK üçün çərçivə təsnifatı Sual 1.....	80
SİQARET ÇƏKMƏK: sual 2.....	80
Qrafik 14: SİQARET ÇƏKMƏK üçün çərçivə təsnifatı Sual 2.....	82
GİL GÜVƏC: şəkil və mətn	83
GİL GÜVƏC: Sual 1.....	84
İSTİ HAVADA QAÇMAQ: Şəkil və mətn.....	86
İSTİ HAVADA QAÇMAQ: Şəkil və mətn.....	87
İSTİ HAVADA QAÇMAQ: Sual 1	88
Qrafik 16: İSTİ HAVADA QAÇMAQ üçün çərçivə təsnifatı Sual 1.....	88
DATAZAVRLAR: Sual 1.....	89
DATAZAVRLAR: Sual 2.....	69
SİQARET ÇƏKMƏYİN TƏHLÜKƏLƏRİ: Sual 1.....	70
BİZ KİMƏ İNANMALIYIQ? Sual 1.....	71
ALİ YIRTICILAR: Şəkil və mətn	72
Qrafik 26: ALİ YIRTICILAR üçün çərçivə təsnifatı sual 6.....	77
Ətlə qidalanmaq: Sual 1 & 2.....	78

Ötlə qidalanmaq: sual 3.....	79
8. PISA-da Təbiət Fənni üzrə Qiymətləndirmə Sənədinin Təkmilləşmə Prosesi	81
9. XÜLASƏ	84
Cədvəl 14. Təbiət elmləri üzrə PISA 2025 çərçivə sənədinin əsas komponentləri.....	85

Sənədin hazırlanması ilə bağlı ümumi məlumat

Bu sənəf Oksford Universiteti nəşriyyatının rəhbərliyi altında PISA 2025 müqaviləsi çərçivəsində hazırlanmışdır. Təbiət elmləri üzrə və ətraf mühit haqqında elm üzrə olmaqla iki ekspert qrupu təşkil olunmuşdur. Ekspert rəyləri üçün təbiət elmləri üzrə tərkibi genişləndirilmiş ekspert qrupu və təbiət elmləri üzrə yardımçı ekspert qrupu olmaqla iki qrup da müəyyən olunmuşdur.

Təbiət elmləri üzrə ekspert qrupu

Jonathan Osborne, Stanford Universiteti,
ABŞ (sədr)
Doris Jorde, Oslo Universiteti, Norveç.
Joe Krajcik, Miçigan Dövlət Universiteti, ABŞ
Yew Jin Lee, Milli Təhsil İnstitutu, Sinqapur
Knut Neuman, Riyaziyyat və Təbiət elmləri üzrə Leibniz-
İnstitutu, Almaniya
Nacira Ramia, San Francisco Quito Universiteti, Ekvador
Russell Tytler, Deakin Universiteti, Avstraliya
Young Shin Park, Çosun Universiteti, Cənubi Koreya

Ətraf mühit haqqında elm üzrə ekspert qrupu

Peta White, Deakin Universiteti,
Avstraliya (Sədr)
Nicole Ardoin, Stanford Universiteti, ABŞ
Chris Eames, Vaikato Universiteti, Yeni
Zelandiya
Martha Monroe, Florida Universiteti, ABŞ

Təbiət elmləri üzrə tərkibi genişləndirilmiş ekspert qrupu

Marilar Jiménez Aleixandre, Santiago de Compostela
Universiteti, İspaniya
Jan Alexis Nielsen, Kopenhagen Universiteti, Danimarka
Louise Archer, London Kollec Universiteti, BK
Maurice Cheng, Vaikato Universiteti /Hong Kong

Universiteti

Cary Sneider, Portland Dövlət Universiteti, ABŞ

Charles Tracy, Fizika İnstitutu, BK

Erin Furtak, Kolorado Universiteti, ABŞ

Təbiət elmləri üzrə yardımçı ekspert qrupu

Marianne Cutler, Təbiət Elmlərinin Tədrisi Assosiasiyası, BK;

Peter Finegold, Kral Cəmiyyəti, BK

Danièle Gibney, Kimya Kral Cəmiyyəti, BK

Florence Le Hebel, Lion Universiteti, Fransa

Gia Khatishashvili, İmtahanların Qiymətləndirilməsi Mili Qiymətləndirmə Mərkəzi, Corciya

Oleksandr Kozlenko, Pedaqoji Elmlər Milli Akademiyası, Ukrayna

Birgit Neuhaus, Ludvig Maximilians Universiteti, Münxen, Almaniya

Monika Olšáková, Yazı və tənqidi düşünmə layihəsi, Çexiya Respublikası

Magnus Oskarsson, Mid Sveden Universiteti, İsveç

Insa Melle, Dortmund Universiteti, Almaniya

Jolanta Pauliukienė, Təhsil Milli Agentliyi, Litva

Annette Upmeier zu Belzen Humboldt Universiteti, Almaniya

Oksford Universiteti nəşriyyatı

Dave Leach (Layihə direktoru)

Alexandra Tomescu (Təbiət elmləri üzrə rəhbər)

Amie Hewish (Təbiət elmləri üzrə rəhbər)

Uma S (Qiymətləndirmə & Çərçivə sənədin hazırlanması üzrə məsləhətçi)

Akansha Yadav (Sınaqların hazırlanmasından cavabdeh şəxs)

Dr Aarnout Brombacher (Fasilitator)

Susie Fyvie (Layihə Koordinator)

PISA 2025 Təbiət elmləri üzrə çərçivə sənədi (ikinci layihə sənədi)

1. Giriş

1. PISA qiymətləndirilməsində əsas məqsəd şagirdlərin öz biliklərindən istifadə etmək qabiliyyətlərini yoxlamaqdır. Bu bilik və qabiliyyətlərin nümayiş olunması üçün müəyyən kompetensiyaların formalaşması zəruridir. Əsas məqsəd təbiət elmlərinin tədris olunması nəticəsində şagirdlərin kompetensiyalara yiyələnmələrinə nail olmaqdır. (Rychen & Salganik, 2003) Bu isə şagirdlərin təbiət elmləri sahəsindəki bilikləri və informasiyanı interaktiv şəkildə istifadə etmələrini şərtləndirir. Başqa sözlə desək, şagirdlər vətəndaşlıq borcu olaraq təbiət elmləri ilə əlaqəli məsələləri, ideyaları nəzərə almaq, qərar vermə prosesində bunlardan istifadə etmək səriştəsi formalaşdırmalıdırlar. Bu sənəddə qeyd olunan nəticə təbiət elmlərinin tədrisinə cəlb olunan bütün şagirdlər üçün əsas məqsəd olan üç spesifik kompetensiyayı ehtiva edir. Bu nöqteyi-nəzərdən, 2025-ci ildə 15 yaşlı şagirdlərin beynəlxalq qiymətləndirilməsi zamanı nəzərə alınacaq elmi kompetensiyalar aşağıdakı sualın da cavabını ortaya çıxarır: “Elmi və texnoloji biliklərin tələb olunduğu vəziyyətlərdə gənclərin nəyi bilmələri, dəyərləndirmələri və etmələri əhəmiyyət kəsb edir?”

2. Bu sənədin əsas məqsədi PISA 2025-in əsas mövzusu olan təbiət elmlərinin təlim nəticələrinin qiymətləndirilməsi üçün təməl rolunu oynayan çərçivə sənədini təsvir etmək və bunun məqsədini açıqlamaqdır. Təbiət elmlərinin qiymətləndirilməsi üçün əvvəlki PISA çərçivə sənədlərində (İÖİT, 1999, 2003, 2006, 2016) elm savadlılığı əsas məfhum olaraq nəzərə alınmışdır. Cari sənəddə təbiət elmlərinin təlim nəticələri şagirdlərin yiyələnməli olduqları üç kompetensiyanın məcmusu müstəvisində izah olunur. Bu kompetensiyalar qiymətləndirmə üçün özül rolunu oynayır. (Wiliam, 2010) PISA 2025 çərçivə sənədinin hazırlanması üçün dəvət olunan mütəxəssislərin fikirləri əsasında əvvəlki kompetensiyalar daha da təkmilləşdirilmiş və genişləndirilmişdir.

2. Təbiət elmləri & bu, niyə vacibdir?

3. Təbiət elmlərinin tədrisi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. İlk olaraq qeyd edilməlidir ki, bütün İÖİT ölkələrindəki mövcud iqtisadi vəziyyət həmin ölkələrdə gələcək nəsillərin yetişdirilməsi üçün təbiət elmlərinin əhəmiyyətini aktuallaşdırır. Amma bu, şagirdlərin məktəbəqədər təhsildən başlamaqla 15 yaşlarına kimi təbiət elmlərini məcburi şəkildə öyrənmələri üçün əsas təşkil edə bilməz. Təbiət elmlərinin tədris

proqramlarında riyaziyyat, oxu və yazı bacarıqları ilə birlikdə nəzərə alınmasının iki əsas səbəbi var. Birincisi, təbiət elmlərinə yiyələnmək mədəniyyət sahəsindəki bacarıqları, eləcə də intellektual nailiyyətləri özündə əks etdirir. Son 400 ildə bizim canlı və cansız təbiət haqqında düşüncələrimiz tamamilə dəyişib və bu da təsəvvür olunmaz şəkildə sağlamlığımıza müsbət təsir edib. Təbiət elmləri sayəsində yaşadığımız kainat, insan vücudu, ətrafımızdakı maddələr, xəstəliklərə yoluxmağımız və bunlarla bağlı profilaktik tədbirlər almağımız və digər məsələlər haqqında fundamental biliklərə yiyələnirik. Təhsil bu nailiyyətlərin gələcək nəsillərə ötürülməsi üçün mühüm vasitədir.

4. Təbiət elmlərini öyrənən insanlar bu elm sahələrindəki nailiyyətlər haqqında anlayışlara malik olduqları üçün daha yüksək intellektual inkişaf səviyyəsi nümayiş etdirirlər. Onlar bizim mədəniyyətimizə olan müsbət təsirləri şərtləndirən əsas elmi ideyaları dərk edirlər və bunun səbəblərini izah etmək qabiliyyətlərinə yiyələnirlər. Əlavə olaraq, onlar bu cür məlumatların və biliklərin qeyri-adi xüsusiyyətlərini və bunların təməlindəki anlayışları qavrayırlar, bunların cazibəsinə qapılırlar və dünyanı göründüyü kimi yox, fərqli baxış müstəvisindən təhlil etməyə imkan verən tənqidi düşüncə tərzinə malik olurlar. (Wolpert, 1992) Məsələn, gecə və gündüzün yaranmasını günəşin hərəkəti ilə yox, Yer kürəsinin öz oxu ətrafında fırlanması ilə əlaqələndirə bilirlər. Eyni zamanda, kimlərsə öz valideynlərinə oxşamasını hüceyrələrdəki kimyəvi kodlar kontekstində izah edə bilirlər.

5. İkincisi, təbiət elmləri vasitəsilə əldə edilən bilik və bacarıqlar və bunların da başqa etibarlı biliklərə yol açması sağlamlıq, ətraf mühit, yerli icmalar və daha geniş mənada, cəmiyyət kimi elmi faktorlarla əlaqəli məsələlərdə qərar vermək istəyən vətəndaşlar üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu, xüsusilə, 21-ci əsrdə çox vacibdir, çünki insan fəaliyyətləri nəticəsində dünya ekosisteminin ciddi şəkildə dəyişikliklərə məruz qaldığı Antroposen dövrə qədəm qoymuşuq. Buna görə də insanlar qeyri-müəyyənliklərlə qarşı-qarşıya qalırlar. Bu cür mənfi təsirlərin qarşısını almaq üçün təbiət elmləri şəxsi, regional və global səviyyələrdə misli görünməmiş rola malikdir.

6. İqlim dəyişikliyi, biomüxtəlifliyin məhv edilməsi, bunun nəticəsində isə bütün canlı növlərinin mənfi təsirlərə məruz qalması və heyvan və bitki növlərinin altıncı yoxolma dövrünün başlaması kimi hadisələr fonunda dünyamızın böhran astanasında olmasını məhz təbiət elmləri sayəsində öyrənirik. (Dirzo və digərləri, 2014). Yeddi milyard əhalisi olan dünyanın qarşılaşdığı ən böyük çətinliklər təmiz suya olan ehtiyac, ərzaq təhlükəsizliyi, xəstəliklərin qarşısının alınması və idarə edilməsi, dayanıqlı enerji istehsalıdır. Təbii ki, bura insan fəaliyyətləri nəticəsində baş vermiş iqlim dəyişikliyi ilə əlaqəli digər ehtiyacları da əlavə etmək olar. (IPCC, 2021) Bu çətinliklərin ortadan qaldırılması üçün

ən böyük töhfə elm, texnologiya və digər elm sistemləridir.

7. Gənc nəslin bu kimi çətinliklərlə mübarizə aparmasına və Antroposen dövrə onların bacarıq və qabiliyyətlərinin artmasına kömək edən ən vacib amil təhsil və məktəblərdir. Təbiət elmlərinə yiyələnən vətəndaşlar və cəmiyyətlər elmi mənbələrin, məlumatların etibarlılığını başa düşürlər. Onlar sağlamlıq və qida təchizatı kimi əhəmiyyətli məsələlərdə, eləcə də lokal və milli səviyyələrdə əhəmiyyət kəsb edən digər fəaliyyətlərdə elmi yanaşmaları nəzərə alırlar. Təbiət elmlərinin tədrisi canlıların yaşamaq hüququ ilə bağlı anlayışların və etikanın formalaşmasına xidmət edir və tələb olunan dəyişiklikləri həyata keçirmək üçün zəruri strategiyaların ərsəyə gətirilməsinə səbəb olan müvafiq sistemlərin yaranmasına təkan verir.
8. İnsanlar vegetarian pəhrizinin qəbul edilib-edilməməsi, fermer təsərrüfatlarında dayanıqlı metodların seçilməsi və ya peyvənd olunub-olunmamaq kimi müxtəlif seçimlər qarşısında qalırlar. Bütün bunlar insanlardan məlumatları, mütəxəssis rəylərini və digər mənbələri nəzərdən keçirmək qabiliyyəti tələb edir. Avropa Komissiyasının da qeyd etdiyi kimi, gənc nəsil müəyyən elmi bilik və qabiliyyətlərə yiyələnmədiyi müddətdə siyasi və etik problemlərin həllində elm və texnologiyanın rolu müzakirə mövzusu ola bilməz (Avropa Komissiyası, 1995, s. 28) Bu, “Hər kəs müəyyən elm sahəsində mütəxəssis olmalıdır” kimi yozulmamalıdır. Bunu “Gənclər təbiət elmlərinə yiyələndikdə ətraflarındakı insanlar üçün faydalı olan qərarlar vermək imkanına malik olurlar və mütəxəssislər arasındakı müzakirələri daha geniş aspektdən dərk edə bilirlər” kimi başa düşmək lazımdır. (yenə orda. s. 28) Bu, elmi fəaliyyətlər və araşdırmalar nəticəsində müəyyən olunan praktika və sosial normaların başa düşülməsidir. Bu fəaliyyətlər və araşdırmalar elmi həmrəyliyin, mütəxəssis rəylərinin, səhvlərdən yayınmaq üçün elmi mexanizmlərin əhəmiyyətini bir daha diqqət mərkəzində saxlayır.
9. Məlumatların internet mənbələrində geniş oxucu kütləsi üçün əlçatan edilməsi mətbuatda və sosial mediada elmi hesabatların qiymətləndirilməsi kompetensiyasının inkişafına təkan verdi. Bu həmin elmi məlumatların bir çox məsələ ilə birbaşa əlaqəli olduğu məqamlarda daha çox əhəmiyyət kəsb etməyə başladı. Bu gün gənclərin 85%-i Google, 2/3-si YouTube və təxminən yarısı Wikipedia istifadə edir. Müasir dövrdə gənc nəslin təxminən 25%-i ən son məlumatları sosial media və ya onlayn xəbər mənbələri vasitəsilə əldə edir. Yeni texnologiyalar məlumatların və dezinformasiyaların yayılmasını sürətləndirir. Nəticədə, səhv və saxta məlumatlar həqiqi mənbələrlə müqayisədə Twitterdə daha sürətli və geniş məsafələrə yayılır. (Vosoughi və həmkarları., 2018) Bunun mənfi fəsadlarından biri budur ki, elmi məlumatlar siyasiləşdirilir və ya bəzi insanlar bu məlumatları etibarlı hesab etməyərək özlərinin “elmi” iddialarını irəli sürürlər.

10. Buna görə də təbiət elmlərinin tədrisində əsas məqsəd “araşdırmaq, qiymətləndirmək və qərar vermə prosesində elmi məlumatları istifadə etmək” kompetensiyasının formalaşdırılması olmalıdır. Buna nail olmaq üçün elmi məlumatların tədrisinə və bunların praktikada tətbiq edilməsinə kompleks yanaşılmalıdır. Məsələn, bu kompetensiyanın formalaşdırılması əsnasında “Təbiət elmlərinə nə vaxt və niyə etibar edilməlidir?” sualına cavab tapılmalıdır. (Oreskes, 2019) Bu gün bütün suallara elmi cavabların tələb olunduğu bir cəmiyyətdə yaşayırıq. (Hardwig, 1985, Norris, 1997, Nichols, 2017, Lynch, 2016) Elektrik mühərrikli nəqliyyat vasitələrinin alınması, ət yeməkdən imtina, günəş panellərin quraşdırılması kimi məsələlər gündəlik həyatda ən çox müzakirə olunan məsələlər arasındadır. Bu sahədə mütəxəssis olmayan şəxslər müstəqil şəkildə mühakimə yürütmək üçün bilik və səriştəyə malik olurlar. (Hardwig, 1985) Beləcə, bunlarla bağlı qərar verərkən səhv məlumatlar dənizində “boğula bilərik”. Bergstrom and Uest bunu açıq şəkildə izah edirlər və bildirirlər ki, bu çətinliklərin öhdəsindən gəlmək üçün kompetensiya mütləqdir. (Bergstrom və West, 2020). Elmi məlumatlara gəldikdə isə bu kompetensiyaya sahib olmaq üçün fundamental məsələ alimlər arasında həmrəylik nəticəsində elmə olan inamdır. Elmi proseslərin səhvlərdən sığortalanmadığına və elm tarixinin “səhvlər tarixi” kimi nəzərə alınmasına baxmayaraq (Allchin, 2012), bir təsisat və praktika olaraq elm bütün iddiaların nəzərdən keçirilməsi və səhvlərin müzakirə edilməsi üçün özündə konkret mexanizmləri ehtiva edir ki, bunlar da insanlar arasında etimad və inamın bərqərar edilməsinə kömək edir.

11. Yuxarıda qeyd edilənlərə əlavə olaraq vurğulanmalıdır ki, təbiət elmlərinin tədrisində tək tələb sadəcə konsept və nəzəriyyələrin izah edilməsi deyil. Burada həmçinin elmi proseslərlə əlaqəli ortaqlar praktikalar və prosedurlar və bunların elmin inkişafına verdiyi töhfələr də diqqət mərkəzində saxlanılmalıdır. Ona görə də təbiət elmlərinin tədris olunduğu şagirdlər elmi və texnoloji düşüncənin təməli olan məfhum və ideyalar, bu ideyaların hardan qaynaqlanması, alimlər tərəfindən yerinə yetirilən ortaqlar praktikalar, bu məlumatların hansı dəlil və nəzəriyyələrlə əsaslandırılması və ən vacibi, bu cür etibarlı məlumatların ortaya çıxmasına təkan verən sosial strukturlar haqqında məlumatlara sahib olurlar.

12. Sadə şəkildə desək, bütün elmi hesabatlardan əvvəl müzakirə olunan mövzu ilə bağlı alimlərin həmfikir olub-olmamaları və mövzuya digər mütəxəssislər tərəfindən rəylərin verilib-verilməməsi kimi suallar diqqət mərkəzində saxlanılır. Əgər hər hansı bir məsələdə fikir ayrılığı varsa, diqqəti buna səbəb olan dəlillərə və yanaşmalara yönəltmək lazımdır. Məsələn: Həmin mütəxəssislər üçün maraqlar toqquşması ehtimalı varmı? Yuxarıda yazılanlar

fonunda peyvəndlə bağlı argumentlərdə biz təbiət elmlərinə yiyələnmiş şagirdlərin bu sualları soruşmalarını ümid etməliyik: “Peyvənd haqqında elmi yanaşmalar necədir və bu mövzuda mütəxəssislər həmfikirdirlərmi?”, “Bu məsələdə istinad edilən dəlillərin mahiyyəti nədir?”, “Bu fikirlə razı olmayan insanlar hansı sahələrdə ixtisaslaşblar?”, “Hansı dəlillər əks arqumetn olaraq irəli sürülür?” İnsanların ixtisaslaşdığı sahələri mühakimə etmək üçün cəmiyyətin istifadə etdiyi mexanizmlər haqqında məlumatlı olmaq lazımdır – “Bu şəxslər hansı sahələrdə ixtisaslaşblar?”, “Onlar hansı müəssisələr üçün işləyirlər?”, “Bu sahədə onlar kifayət qədər nüfuzludurlarmı?” Dəyərlər və digər inanclar şəxsi düşüncələrə təsir etsə də, müvafiq elm sahələrini başa düşmək üçün bunlar vacibdir.

13. Əlavə olaraq, təbiət elmlərinin tədrisi həm geniş, həm də tətbiq edilmə xüsusiyyəti müstəvisində nəzərə alınmalıdır. Belə ki, cərgivə sənədində təbiət elmləri biliklərinə, elm əsaslı texnologiyaya və elmi və mühəndislik fəaliyyətlərinə istinad edilir. Bununla belə, elm və texnologiya məqsədlər, proseslər və ortaya çıxan məhsullar müstəvisində nəzərə alındıqda fərqliliklərin nəzərə çarpması xüsusi qeyd edilməlidir. İnsanların problemləri üçün mümkün həll yollarının tapılması zamanı (belə həll yolları birdən çox ola bilər) texnologiya sahəsində bu suala cavab axtarılır: “Bu biliklərlə biz nə edə bilərik?” Bunun əksinə, elm maddi dünya haqqında üç suala cavab tapmaq axtarışındadır: 1. “Nə mövcuddur?” 2. “Niyə hər hansı bir hadisə baş verir?” və 3. “Biz necə dərk edirik?”

14. Bütün bunların fəvqündə deyilməlidir ki, elm və texnologiya arasında qarşılıqlı əlaqə mövcuddur. Məsələn, yeni elmi biliklər daha yaxşı batareyaların, günəş panellərinin, yüngül tipli təyyarələrin hazırlanması kimi yeni texnologiyaların ortaya çıxmasına səbəb olur. Eyni zamanda, yeni texnologiyalar, məsələn: teleskoplar, mikroskoplar və rəqəmsal alətlər yeni elmi biliklərin ortaya çıxması ilə nəticələnə bilər. Gənc nəsil başa düşməlidir ki, elm və texnologiya bir çox hallarda problemlərin həll yolu olsa da, onlar paradoksal olaraq həm də risk mənbəyi olub yeni problemlərə yol açır. Elektrik mühərrikli nəqliyyat vasitələrinin batareyalarının zərərsizləşdirilməsi və ya batareyalar üçün tələb olunan kobaltın çıxarılması və bunun ətraf mühitə olan təsirləri kimi ortaya çıxan yeni problemlərin həlli üçün yenidən elm və texnologiyaya ehtiyac yaranır. Buna görə də insanlar elmi biliklərin tətbiq edilməsi nəticəsində ortaya çıxan problemləri və bunların cəmiyyət üçün yarada biləcəyi fəsadlar haqqında məlumatlı olmalıdırlar.

15. Heç şübhə yoxdur ki, 21-ci əsrdəki çətinliklərin böyük qisminin aradan qaldırılması elmi düşüncə tərzini və elmi kəşflər fonunda innovativ həll yolları cərgivəsində olacaq. mRNA peyvəndinin son dövrlərdə təkmilləşdirilməsi və xərcəng kimi digər xəstəliklərin müayinəsi üçün istifadə imkanları buna ən yaxşı nümunədir. Əsas çətinliklərdən biri də hidrogen kimi yeni texnologiyadan istifadə

etməklə daha səmərəli bərpa olunan enerji mənbələrinin təqdim edilməsidir. Ona görə də dünyadakı iqtisadi, sosial və ətraf mühitlə bağlı problemlərin həlli üçün zəruri olan araşdırmaları aparan, texnoloji innovasiyaları tətbiq edən və müvafiq sahə üzrə təhsil alan kadrlara gələcəkdə daha çox tələb olacaq. Bununla belə, bu elm adamları cəmiyyətlə münasibətləri düzgün tənzimləmək üçün həm elm, həm də texnologiya sahəsində kompetensiyalara malik olmalıdırlar və elmi cəmiyyətlərdə aparılan tədqiqat işləri, bunların məhdud tərəfləri, nəticələri haqqında dolğun məlumatlara malik olmalıdırlar.

3. 15 yaşlı şagirdlər üçün təbiət elmlərinin tədrisi və nəticələr

16. Təbiət elmlərinin tədrisi və onun nəticələri ilə bağlı mövcud yanaşmalar hər bir yeniyetmə şagirdin təhsil alması prosesində təbiət elmlərinin çox vacib olması və həmin fənlərin öyrənilməsinin xüsusi əhəmiyyət kəsb etməsi inancına əsaslanır. (Elmin İnkişafı üzrə Amerika Assosiasiyası, 1989; İspaniya Elmi Cəmiyyətlər Konfederasiyası, 2011; Millar & Osborne, 1998; Milli Tədqiqat Şurası, 2012; Almaniya Federativ Respublikasında federal ştatların Təhsil Nazirliklərinin Daimi Konfrans Katibliyi, 2005 a-c; Tayvan Təhsil Nazirliyi, 1999; Təhsil Nazirliyi, Çin, 2017 a-c). Onu da qeyd edək ki, təbiət elmləri bir çox ölkələrdə məktəbəqədər təhsil səviyyəsindən icbari təhsil müddətinin başa çatmasına kimi tədris proqramında əsas fənlərdən biri hesab olunur.

17. Yuxarıda qeyd olunan sənədlərin və siyasətlərin bir çoxu təhsilin vətəndaşlar üçün əhəmiyyətli olmasına istinad edir. Amma dünyanın müxtəlif ölkələrində məktəblər üçün tədris proqramları hazırlanarkən “Təbiət elmlərinin tədrisindəki əsas məqsəd gələcək elm adamlarını hazırlamaq olmalıdır” düşüncəsi hakim kəsilir. (Millar & Osborne, 1998, Osborne & Dillon, 2008) Bu iki hədəf arasında həmişə uyğunluq olmur. Tədqiqatçı olmaq istəməyən çox sayda şagirdin ehtiyacları və elmi fəaliyyətlərə cəlb olunmaq istəyən az sayda şagirdin ehtiyacları arasında tarazlığı təmin etmək cəhdləri təbiət elmlərinin araşdırma əsaslı tədrisinə (Milli Elmlər Akademiyası, 1995; Milli Tədqiqat Şurası, 2000), yeni kurikulum modellərinin hazırlanmasına (Millar, 2006) və son zamanlarda hər iki qrupun ehtiyaclarına cavab verən və səkkiz elmi praktikanın məcmusu olan kompetensiyaların inkişafına (Milli Tədqiqat Şurası, 2012) səbəb olub. Bu çərçivə sənədlərində və əlaqəli kurikulumlarda təhsil prosesində əsas məqsədin fərdləri gələcək alim kimi yetişdirmək olmadığı xüsusi vurğulanır. Əksinə, tədris prosesi gənc nəsli elmi biliklərdən xəbərdar olan və bunlardan istifadə edə bilən şəxslər olaraq hazırlamaq kimi başa düşülməlidir. Bu elə bir kompetensiyadır ki, bütün şəxslər həyatları boyunca buna ehtiyac duyurlar. (Avropa Komissiyası Araşdırma və İnnovasiya Direktoratlığı, 2020)

18. Çox vacib mülahizələri, qərarvermə proseslərini və elm və texnologiya ilə əlaqəli hadisələri başa düşmək və bunlarla bağlı mühakimə yürütmək üçün üç əsas spesifik kompetensiya tələb olunur. Birincisi, hadisələri elmi cəhətdən izah etmək kompetensiyasıdır. Bu cür kompetensiya üçün elmi biliklərə, modellərin istifadə olunması haqqında anlayışlara, elmin məqsədi və tətbiq olunmasının mahiyyətinə, elmin istifadə olunduğu ekoloji və sosial kontekstlərə bələd olmaq lazımdır. İkinci kompetensiya elmi araşdırma layihələrini tərtib etmək və qiymətləndirmək, elmi məlumat və sübutları tənqidi şəkildə şərh etməkdir: bu, tədqiqatın müəyyən olunan məqsədə xidmət etməsi, necə təkmilləşdirilməsi, nəticəyönümlü olması üçün müvafiq prosedurların istifadə olunması kimi məqamları nəzərə almaq səriştəsidir. Üçüncü kompetensiya qərar qəbulu və fəaliyyət zamanı elmi məlumatı araşdırmaq, qiymətləndirmək və tətbiq etməkdir.
19. Beləcə, PISA 2025-də 15 yaşlı şagirdlər üçün təbiət elmlərinin tədris edilməsi prosesinin nəticələri üç kompetensiya şəklində cədvəl 1-də təsvir olunur.

Cədvəl 1. Təbiət elmləri üzrə kompetensiyalar

Təbiət elmləri üzrə kompetensiyalar: PISA 2025 çərçivə sənədində verilmiş təriflər

Təbiət elmlərinin tədris edildiyi şəxslər elm, dayanaqlılıq və fəaliyyətlərin icra edilməsi üçün texnologiyanın rolu haqqında müzakirələrdə iştirak edə bilirlər. Bunun üçün aşağıdakı kompetensiyalar zəruridir:

1. Hadisələri elmi cəhətdən izah edir:

Şagirdlər müxtəlif təbii və texnoloji hadisələri tanıyır, tətbiq edir və bunların izahı verə bilir.

2. Elmi araşdırma layihələrini tərtib edir və qiymətləndirir, elmi məlumat və sübutları tənqidi şəkildə şərh edir:

Şagirdlər problemləri və məsələləri elmi prizmadan qiymətləndirir, elmi məlumatlara tənqidi yanaşma nümayiş etdirir və bunları şərh edir.

3. Qərar qəbulu və fəaliyyət zamanı elmi məlumatı araşdırır, qiymətləndirir və tətbiq edir:

Şagirdlər dünya, region, eləcə də şəxsi məsələləri ilə bağlı elmi məlumatları əldə edir və bu məlumatların etibarlılığını, burdakı çatışmayan məqamları və şəxsi və ictimai qərarlar üçün istifadə olunma imkanlarını qiymətləndirir

20. Bütün bu kompetensiyaların təməlini elmi biliklər təşkil edir (cədvəl 2). Məsələn, hər hansı bir hadisənin elmi cəhətdən izah edilməsi üçün zəruri ümumi biliklərə, eləcə də izahlara və bunların həqiqiliyini şərtləndirən dəlillərə ehtiyac hiss olunur. İkinci və üçüncü kompetensiyalar üçün sadəcə olaraq bilidiklərimiz kifayət etmir. Bu kompetensiyalar elmi biliklərin necə əldə olunması və bunların nə dərəcədə etibarlı olmasının dərk edilməsi müstəvisində nəzərə alınmalıdır. Buna görə də 'təbiət elmlərinin mahiyyəti' (Lederman, 2006), 'təbiət elmləri ilə bağlı ideyalar'

(Millar & Osborne, 1998) və ya son zamanlarda daha çox səslənən 'təbiət elmləri ilə bağlı praktikalar' (Milli Tədqiqat Şurası, 2012) kimi anlayışlara xüsusi diqqət yetirilir. Elmi araşdırmaları şərtləndirən xüsusiyyətləri başa düşmək və müəyyənləşdirmək üçün elmi biliklərin əldə edilməsi məqsədilə istifadə edilən fərqli metod və praktikaların təməli olan standart prosedurlar haqqında məlumat – prosedural bilik tələb olunur. Nəhayət, kompetensiyalar üçün epistomoloji biliklər də əhəmiyyət kəsb edir. Epistomoloji biliklər özündə ümumi elmi araşdırmalar üçün icra edilən praktikaların məntiqini, əldə edilən elmi biliklərin statusunu, nəzəriyyə, hipoteza, faktlar kimi əsas terminlərin mənasını, fikir birliyinin əhəmiyyətini, mütəxəssislərin bacarıq və səriştəsini mühakimə etmə yollarının dərk edilməsini, elmi məlumatların qeyri-müvafiq şəkildə istifadə və təqdim olunmasının qavranılmasını və müvafiq həll yollarının və cavabların tapılması üçün lazımi elmi biliklərin istifadə olunması kimi anlayışları ehtiva edir.

21. Elmi sorğu və araşdırmalar üçün zəruri olan şərtlərin müəyyən edilməsi, iddiaların əsaslandırılması üçün istifadə olunan müvafiq prosedurların dəyərləndirilməsi və elmi iddialar və dəlillər, dəyərlər və ya iqtisadi məsələlərin əhəmiyyətini fərqləndirmək sadəcə ümumi biliklər kontekstində baş vermir – bunun üçün prosedural və epistomoloji biliklər də vacibdir. Təbiət elmlərinin tədrisi və nəticəyönümlülük müstəvisində yuxarıda qeyd edilən məlumat ona görə vacibdir ki, insanlar real həyatda bilikləri elmi araşdırmalar apararaq yox, kitabxana və internet kimi müxtəlif mənbələrdən istifadə edərək əldə edirlər. Elmi hesabatlarda və müasir kütləvi informasiya vasitələrində əks olunan məlumatların və səsləndirilən iddiaların müvafiqliyi və həqiqətə uyğun olması ancaq prosedural, epistomoloji və ümumi biliklər vasitəsilə sübut oluna bilər.

Cədvəl 2: Elmi biliklər

Elmi biliklər: PISA 2025 çərçivə sənədində verilmiş tərif

Bu sənəddə elmi biliklər üç ayrı, eyni zamanda bir-bir ilə əlaqəli üç elementin məcmusu formasında təqdim edilir. Bunlardan birincisi və daha çox məlum olanı dünya haqqında faktlar, məfhumlar, ideyalar və nəzəriyyələrlə əlaqəli biliklərdir. Məsələn, bitkilərin işıq, su və karbon dioksiddən istifadə etməklə kompleks birləşmələri necə sintez etməsi və s. Bu bilik növü **“ümumi biliklər”** kimi səciyyələndirilir.

“Prosedural biliklər” alimlərin elmi bilikləri əldə etmələri üçün istifadə etdikləri prosedurlar haqqında biliklərdir. Bu, səhvlərin minimuma endirilməsi, qeyri-müəyyənliklərin aradan qaldırılması, dəyişənlərin idarə edilməsi, məlumat mübadiləsi və digər standart prosedurlar kimi empirik sorğuların əsaslandığı praktikalar və məfhumlar haqqında biliklərdir. (Millar, Lubben, Gott, & Duggan, 1995) Bütün bunlar **“dəlillər konsepti”** məcmusu olaraq təqdim olunur (Gott, Duggan, & Roberts, 2008).

Bunların fəvqündə, elmi bir praktika olaraq dərk etmək üçün **“epistomoloji bilik”** də vacibdir. Bu növ elmdə biliklərin əldə edilməsi üçün zəruri olan əsas anlayışları ehtiva edir. (Duschl, 2007) Bura müşahidələrin, nəzəriyyələrin, hipotezaların, modellərin və arqumentlərin elmi fəaliyyətlərdəki rolu, elmi araşdırmalara təkan verən dəyərlər və məsələlər, elmi sorğuların müxtəlif formalarının qəbul edilməsi və məlumatların etibarlı olması üçün mütəxəssis rəylərinin və fikir birliyinin əhəmiyyəti haqqında anlayışlar daxildir.

Bunlar haqqında daha təfəssilatlı məlumatlara 6,7 və 8-ci cədvəllərdə rast gəlinəcək.

22. Bu çərçivə sənədində diqqət mərkəzində saxlanılan üç kompetensiyanın formalaşmasında yuxarıda qeyd olunan bilik növlərinin hamısına ehtiyac duyulur. Bu səbəbdən də PISA 2025-də 15 yaşlı şagirdlərin şəxsi, lokal, milli və qlobal kontekstlərdə bu kompetensiyaları necə nümayiş etdirmələri qiymətləndiriləcək. Bu, əsasən, məktəb tədris proqramlarındakı

yanaşmalardan fərqlənir. Belə ki, təbiət elmlərinin tədrisi üçün hazırlanan proqramlarda əsas diqqət ümumi məlumatlara yönəldilir. Bu çərçivə sənədində isə biliklərə müasir cəmiyyətdə insanların ehtiyacları müstəvisində daha geniş aspektdən yanaşılıb.

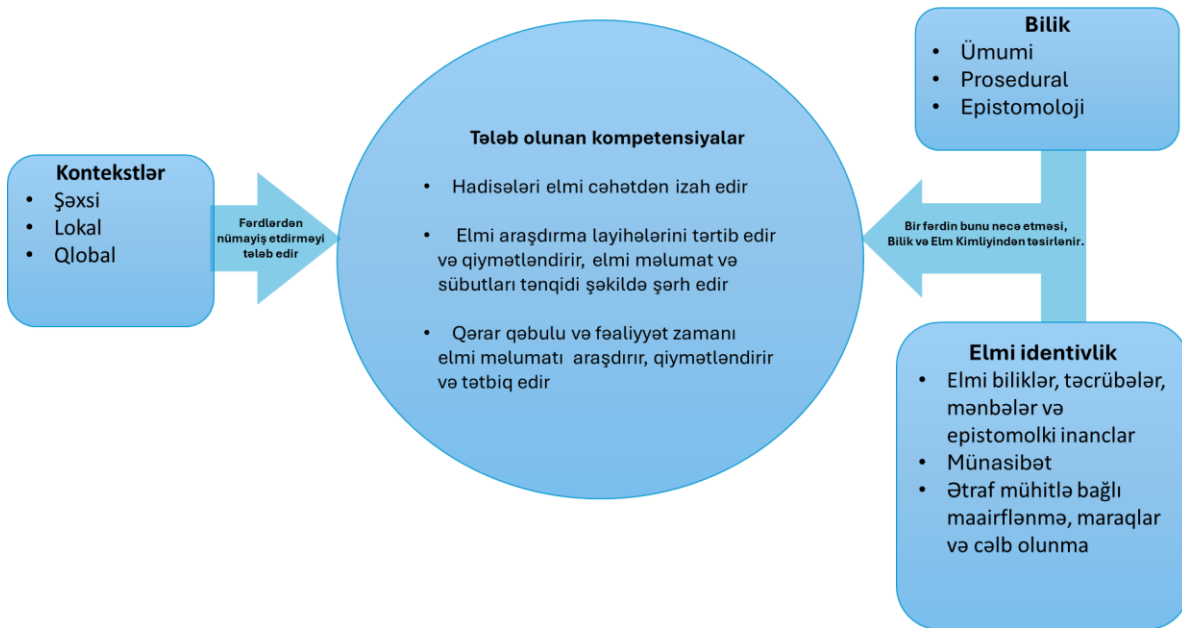
23. Əlavə olaraq, kompetensiya əsaslı bu yanaşma şagirdlərin qeyd edilən kompetensiyaları nümayiş etdirmələri üçün stimül yaradır. Şagirdlərin elmə münasibətləri, özlərini bu proseslərin tərkib hissəsi hesab etmələri daha əlavə fəaliyyətlər üçün motivasiya mənbəyi olur. (Osborne, Simon və Collins, 2003; Moote, Archer və həmkarları, 2020).

24. Yuxarıda qeyd edilənlərlə yanaşı, təbiət elmlərinin tədrisi nəticəsində tələbələrin müxtəlif vəziyyətdə seçim etmələrinə kömək edəcək kompetensiyalar formalaşmalıdır. Bu cür fəaliyyətlər, məsələn: bəzi heyvan və bitki növlərin mühafizə olunması proseslərinə cəlb olunmaq və ya dəyərlərə və spesifik meyarlara görə bəzi məhsullardan imtina etmək həm fərdlərin özləri, həm də ailə üzvləri ilə bağlı ola bilər. Cəmiyyətdə maariflənmə aparmaq, ətraf mühit problemlərinin həlli üçün təkliflər irəli sürmək insanların birlikdə fəaliyyətini şərtləndirir. Bu cür fəaliyyətlərin icrası üçün müxtəlif biliklərin tələb olunması ilə yanaşı, təklif olunan həll yollarının nəticəyönümlü olmasına inam da olmalıdır. İnsanlar həm fərdi, həm də kollektiv problemlərin həllinə töhfə vermək bacarığına malik olmalarına inanmalıdırlar.

25. Təbiət elmlərinin tədrisinə cəlb olunan şagirdlər, adətən, elmə və ətraf mühitə maraq duyurlar, elm, sağlamlıq, texnologiya və dayanıqlılıq mövzularında müzakirələrə cəlb olunurlar və təbiət elmlərinin real həyatdakı hadisələrlə əlaqəsini və uyğunluğunu dərk edirlər. Bu şəxslərin böyük bir qismi gələcək həyatlarında elmi fəaliyyətlərə cəlb olunmayacaqlar, amma onlar başa düşürlər ki, təbiət elmləri, texnologiya və artaşdırmalar müasir dövrün tələbidir və bizim düşüncə tərzimiz və müxtəlif sahələr ilə birbaşa bağlıdır. Bu cür yanaşmalar fərqli qeyri-koqnitiv sorğular vasitəsilə qiymətləndirilir.

26. Diaqram 1-də təbiət elmlərinin tədrisi, nəticələr və qarşılıqlı əlaqələr ümumiləşdirilmişdir.

Diagram 1. PISA 2025 təbiət elmlərinin qiymətləndirilməsi çərçivə sənədi



İzahedici qeydlər

27. Təbiət və yer elmlərinin tədrisinə cəlb olunan 15 yaşlı şagirdlərin PISA 2025 vasitəsilə qiymətləndirilməsinin daha aydın qavranılması üçün aşağıdakı qeydlər təqdim olunur.

- PISA təbiət elmləri qiymətləndirilməsində elmi biliklərin gündəlik həyatda tətbiq olunması bacarıqlarına xüsusi diqqət yetirilir.
- Xüsusilə vurğulanmalıdır ki, PISA 2025-də 15 yaşlı şagirdlərin elmi konsepsiya və ideyalar (**ümumi biliklər**), bütün elmi sorğular üçün istifadə olunan prosedural və strategiyalar (**prosedural bilik**) və bütün bu fəaliyyətlərin elmdə necə əsaslandırılması və sübut olunması yolları (**epistomoloji bilik**) haqqında yiyələndikləri güman edilən biliklər əsasında kompetensiyalar qiymətləndiriləcək.
- Sonuncu məqam olaraq o da qeyd edilməlidir ki, bu sənəddə istifadə olunan 'təbiət' termini canlı və cansız varlıqlarla və ya maddi dünyada başa verən hadisələrlə əlaqəli anlayışları ehtiva edir.
- Bu sənəddə "təbiət elmləri" termini ilə fizika, kimya, biologiya, təbiət, yer elmləri kimi fənlər ümumiləşdirilmiş formada təqdim olunur. İnsanlarla əlaqəli problemlərin həll olunmasına töhfə verən sistemli yanaşmanın daha geniş mənada təqdim olunması üçün isə "texnologiya" terminindən istifadə olunur. Bura insanlar tərəfindən hazırlanan bütün sistemlər və proseslər daxil olduğundan bu termin

sadəcə müasir kompüterlər və hesablama cihazlarının ümumiləşdirilməsi kimi dar çərçivədə nəzərə alınmamalıdır. Texnologiya mühəndislərin bəşəriyyətin ehtiyaclarına cavab vermək üçün təbiət və insan davranışları haqqındakı anlayışlardan istifadə edərək yeni həll yolları təklif etmələri nəticəsində yaranır. Bəzi ölkələrdə, xüsusilə, ABŞ-da “mühəndislik” sözü alternativ söz kimi təqdim olunur.

- e. Elmi problemlərin həll olunması üçün tələb olunan bilik və kompetensiyalar sadəcə təbiət elmləri ilə məhdudlaşmır. İqtisadiyyat, siyasi elmlər, psixologiya və antropologiya da müvafiq, etik, ədalətli və gələcəkyönlü həll yollarına nail olmaq üçün vacib ünsürlərdir. Bununla belə, bu qiymətləndirmədə spesifik olaraq təbiət elmləri sahəsindəki kompetensiyalara diqqət yetiriləcək.
- f. Ətraf mühitlə bağlı hissədə üç termindən istifadə olunur – ‘ətraf mühit’, ‘ekologiya’ və ‘sosial-ekologiya’. Bu terminlərin ifadə etdiyi mənalar ortaq olsa da, “ətraf mühit” sözü elmi ekologiya da daxil olmaqla bunları özündə əks etdirir. “Ekologiya” termini daha konkret mənayı ifadə edir, çünki burada müxtəlif ekosistemlər arasında, eləcə də ekosistemlərin daxilində əlaqə araşdırılır. “Sosial-ekologiya” termini su hövzələrinin, kənd təsərrüfatlarının və şəhər icmalarının dayanıqlı idarə edilməsi kimi ətraf mühitlə bağlı problemlər, böhranlar müstəvisində insan və təbii sistemlər arasındakı əlaqəni daha geniş perspektivdən izah edir. (Young və həmkarları., 2006; Eisemenger et al., 2020)

Təbiət elmləri üzrə kompetensiyalar: Əsaslandırılmış izahlar

28. Bu hissədə üç kompetensiya daha geniş təhlilə cəlb olunmaqla təbiət elmlərinin tədrisində bunların niyə əhəmiyyətli hesab edilməsi izah olunacaq.

Kompetensiya 1: Hadisələri elmi cəhətdən izah edir

29. Təbiət elmlərinin ən böyük nailiyyəti Yer kürəsinin öz oxu ətrafında dönməsi ilə gecə və gündüzün yaranması və ya gözlə görünməyən mikroorqanizmlərin xəstəliklərə səbəb olması kimi təbiət haqqında təsəvvürlərimizin dəyişməsinə səbəb olan nəzəriyyələrin irəli sürülməsidir. Əlavə olaraq, bu cür biliklər xəstəliklərin qarşısının alınması və dünyanın hər tərəfində kommunikasiyanın yaradılması kimi vacib işlərin yerinə yetirilməsi üçün zəruri olan texnologiyanın inkişafına təkan verib. Ona görə də maddi dünyada baş verən təbii hadisələri izah etmək kompetensiyası təbiət elmləri vasitəsilə öyrədilən ideyalarla birbaşa əlaqəlidir. (Harlen, 2010)

30. Elmi, texnoloji və ətraf mühitlə bağlı hadisələrin, anlayışların izahı sadəcə nəzəriyyələrin, izahların, informasiyanın və faktların (ümumi biliklərin)

xatırlanması və istifadəsi ilə mümkün olmur. Elmi izahların verilməsi zamanı bu cür biliklərin necə əldə olunması haqqında məlumatlara sahib olmaq vacibdir. Bu kompetensiyanın formalaşması üçün şagirdlər məlumatların əldə edilməsində istifadə olunan standart prosedurlar və praktikalar (prosedural bilik) və ortaya çıxan biliklərin əsaslandırılmasında bu proseslərin rolu və funksiyaları (epistemoloji bilik) haqqında anlayışlara sahib olmalıdırlar.

31. Hadisələri izah etmək qabiliyyəti atom, hüceyrə, kimyəvi reaksiyalar kimi gözlə görünməsi mümkün olmayan canlıların, hissəciklərin, proseslərin şəklini çəkmək və görünən varlıq və ya əşyaların dəlillər əsasında modellərini nümayiş etdirmək bacarığı ilə müşayət olunur. (Braaten & Windschitl, 2011) Məsələn, yeni virusların necə əmələ gəlməsi və kimyəvi elementlərin dövrü cədvəlindəki yerlərinə əsasən elementlərin xüsusiyyətləri arasındakı fərqləri izah etmək təkamül nəzəriyyəsinə uyğun ola bilər. İzahlar, adətən, hadisələrin nəzəriyyələr və modellər ilə əlaqələndirilməsi müstəvisində təqdim olunur. Molekulyar kinetik nəzəriyyə və Nyuton qanunları kimi nəzəriyyə və modellər çərçivəsində çox məsələlərin izahını tapmaq olar. Sadə və ya müxtəlif arqumentlər tələb olunduğu üçün izahlar mürəkkəb ola bilər. Məsələn, göyqurşağının günəş şüalarının yağış damcılarında və ya dumanda əks olunması nəticəsində yaranmasını izah etmək sadə hesab edilə bilər. Amma biz eyni prosesi dispersiya, daxili əks olunma və refraksiya prinsiplərindən, eləcə də göyqurşağının formasını və mövqeyini göstərmək məqsədilə müxtəlif diaqramlardan istifadə etməklə daha mürəkkəb şəkildə izah edə bilərik. Biologiyada müxtəlif yaşayış yerlərində müşahidə olan növlər arasındakı fərqləri izah etmək üçün struktur, funksiya və adaptasiya prinsiplərindən istifadə olunur.

32. İzahlar şərti və ya mücərrəd olduqda dəlillər irəli sürülməli, (Berland & Reiser, 2008) həmin izahların dəqiqliyi ilə bağlı mühakimələr yürüdülməlidir (Osborne and Patterson, 2011). Ehtimallar və təklif olunan həll yolları nəzəriyyələr, məfhumlar və ya dəlillər çərçivəsində arqumentlərlə əsaslandırılmalıdır. Məsələn, hansı əşyaların batmayaraq suyun üzərində qalması ilə bağlı ehtimal yürütmək üçün nisbi sıxlıq haqqında biliyə sahib olmaq mütləqdir. Bu bilik sayəsində həll yolunu tapmaq mümkün olar. Bu kompetensiyanın əsas elementlərindən biri də elmi biliklərin cəmiyyət və fərdlər üçün əhəmiyyətini izah etməkdir. Suyu qənaət edilməsi üçün buxarlanmanın nəzarət altında saxlanması ilə nəticələnən əsas strategiyaların izah edilməsi buna nümunə ola bilər.

33. İzahların verilməsi, adətən, model əsaslı mühakimə tələb edir. (Lehrer & Schauble, 2006) Bəzi hallarda bu cür modellər reallığı tam mənası ilə əks etdirmir. Məsələn, Bor atom modeli atomla bağlı mənzərəni tam əks etdirmir. Eyni zamanda, Mendel qanunundakı irsi əlamətlərin nəsildən-nəsilə ötürülməsi prinsipləri natamamdır. İdeal qazın hal tənliyi sadəcə kimlərə görə idealdır. Bu

cür modellərdən istifadə olunur, çünki onlar “kifayət qədər doğrudur”. (Elgin, 2017) Onu da qeyd edək ki, bu modellər diaqram, fiqur və riyazi düsturların istifadə edilməsi nəticəsində ortaya çıxır (Tytler & Prain, 2018). Bunların nəyi və necə izah etməsi və əsas məhdudiyyətləri vurğulanmalıdır. Elektrik cərəyanı, adətən, “borudan suyun axması” kimi təqdim olunur. Bu, ampermetrin funksiyasının izah edilməsi baxımından məqbul olsa da, düymənin basıldığı anda işığın yanmasını açıqlamaq üçün qaneedici izah deyil. Buna görə də modellərin mahiyyətinin, eləcə də bunların müvafiq izahların təmin edilməsindəki rolunun dərk edilməsi vacib təlim nəticələrindən biridir. Əlavə olaraq, bir çox izahların daha aydın olması üçün sistemlər, onların elementləri, iqlim dəyişikliyi, suyun çirklənməsi, plastik kimi proseslərin qarşılıqlı əlaqəsi və bunların ekosistemə olan təsirləri başa düşülməlidir.

34. Bu məqsədlə alimlər elektronlar, genlər, molekulalar, elementlər, birləşmələr kimi fərqli anlayış və məfhumları, eləcə də böyük bir qismi mücərrəd olan istilik, axın, sürət konsepsiyalarını (Ogborn et al., 1996) bir vəhdət olaraq düşünərək yeni bir yanaşma irəli sürüblər. Yuxarıda qeyd edilənlərdən riyazi deduksiya, təcrübə məqsədli tədqiqatların, hipotezaların modelləşdirilməsi, kateqoriyalama və sinifləndirilmənin həyata keçirilməsi, fərziyyələrin irəli sürülməsi, statistik yanaşma və təkamül prosesləri (Crombie, 1994) kontekstlərində üç arqument forması (induksiya, deduksiya və abduksiya) nəzərə alınmaqla maddi aləm ilə əlaqəli izahedici modellərin hazırlanmasında istifadə olunur.

Kompetensiya 2: Elmi araşdırma layihələrini tərtib edir və qiymətləndirir, elmi məlumat və sübutları tənqidi şəkildə şərh edir

35. Təbiət elmləri şagirdlərin təbii hadisələr, yeni icad və kəşflər haqqında elmi araşdırmaların əhəmiyyətini daha da yaxşı başa düşməsinə kömək edir. (Ziman, 1979; Longino, 1990; Oreskes 2019) Təbiətin və maddi aləmin araşdırılması bir neçə formada həyata keçirilə bilər. Bura müxtəlif növlərin, qayaların və ya maddələrin müəyyən olunması – təsnifatlandırma prosesi də daxildir. Müxtəlif dəyişənlərin müəyyən olunaraq nəzərdən keçirildiyi təcrübələrdə düzgün əsaslandırılmış hipotezalar sınaqdan keçirilir. Simulyasiya və modelləşdirmə ilə isə müşahidə oluna bilən vəziyyətlərə zidd olan nəzəri ideyaların yoxlanılması həyata keçirilir.

36. Müşahidə və təcrübə ilə əldə olunan məlumatlar iki funksiyaya xidmət edir. İlk olaraq, bunlar ehtimalların irəli sürülməsi üçün zəmin yaradan model və izahedici hipotezaların ortaya çıxmasına səbəb olan müşahidələrin mahiyyətini üzə çıxarır. İkincisi, təcrübələr və bu təcrübələrin nəticəsi olaraq əldə edilən məlumatlar yeni hipoteza və modellər müstəvisində irəli sürülən ehtimalların təsdiq edilməsi

üçün vacibdir.

37. Alimlər nadir hallarda tək işləyirlər. Onlar, adətən, yerli və xarici həmkarlarının cəlb olunduğu tədqiqat komandalarının üzvü olurlar. Yeni biliklər həmişə şərti mahiyyətdə olur, bu səbəbdən digər mütəxəssislər, məsələn rəyçilər tərəfindən ciddi araşdırıldıqdan sonra əsassız da hesab edilə bilər. Mütəxəssis rəylərinin verilməsi elmi biliklərin obyektiv olmasından əmin olmaq üçün elmi ictimaiyyətdə yaradılan formal mexanizmdir. (Longino, 1990) Belə ki, alimlər qənaətə gəldikləri nəticələri, əldə etdikləri dəlilləri əsaslandırmaq üçün istifadə etdikləri metodları dərc etmək və bunlarla bağlı hesabat vermək öhdəliyi götürüblər. Bununla da həmin nəticələr ya təsdiqini tapır və ya əksi sübut olunur.

38. Bununla belə, ölçmə, dəqiqləşdirmə prosesləri heç də həmişə dəqiq olmur və bu və ya digər dərəcədə səhv ehtimalı mümkündür. Sırf bu səbəbdən qeyri-müəyyənliklərin aradan qaldırılması üçün alimlər vaxtlarının böyük bir qismini ölçmə proseslərini təkrar etməyə, fərqli nümunələr tapmağa, dəqiq cihazlar hazırlamağa, nəticələrin düzgün olmasını şərtləndirən statistika texnikalarından istifadə etməyə həsr edirlər. Məlumatlar bir daha təhlilə cəlb olunur, yenidən nəzərdən keçirilir və müvafiq üsullar seçilir. Bu prosesdə ehtimallar müstəvisində nəticələrin şərh edilməsinin, qiymətləndirilməsinin və alternativ izahların mümkünliyünün nəzərdən keçirilməsi vacibdir. Ona görə də şagirdlər başa düşməlidirlər ki, heç bir ölçmə, dəqiqləşdirmə prosesi dəqiq deyil və səhvlərin minimuma endirilməsi üçün prosesi təkrar etmək, ortalama çıxarmaq, lazımsız elementləri ləğv etmək kimi standart metodlardan istifadə etmək lazımdır.

39. Ölçmə prosesində qeyri-müəyyənlik olduqda nəticə ilə bağlı münasibət ehtimallar əsasında ifadə edilir. Alimlər hər iddiaya müəyyən ehtimallar çərçivəsində yanaşırlar: 51% əminlik düz olma ehtimalının səhv olma ehtimalından 1 faiz çox olması və ya 99.99% əminlik isə bir iddianın doğru olma ehtimalının yüksək olması mənasına gəlir. Bu cür yanaşma alimlərə həm qeyri-müəyyənliklə bağlı fikirlərini ifadə etmək imkanı verir, həm də yeni dəlillərin ortaya çıxmasından sonra fikirlərini dəyişmək üçün şərait yaradır. Qərar vermək prosesində bu və ya digər dərəcədə qeyri-müəyyənlik qaçılmazdır. Elmdə 100%-lik təminatın verilməməsi “Nəticələrə həmişə şübhə ilə yanaşılmalıdır” təəssüratı yaratmamalıdır. Nəticələrdə fikir birliyinin dərəcəsi (məsələn, iqlim dəyişikliyi ilə bağlı fikir birliyi) potensial fəaliyyətləri şərtləndirir. (Oreskes, 2004) Bütün fərdlər nəticələr əsasında əminliyin təmin edilməsini elmin gücü kimi dərk etməlidirlər. Onlar həm də nəticələrin əldə edilməsi üçün sonsuz yolların olmasını qəbul etməlidirlər. Genişmiqyaslı tədqiqat proqramlarında eyni nəticələrin əldə edilməsi bir daha sübut edir ki, nəticələrin təsadüfən əldə edilməsi, demək olar ki, mümkün deyil. Bütün bunlar **prosedural bilik** sayəsində mümkün olur.

40. Dəlillərin qiymətləndirilməsi üçün normal distribusiyaya anlayışı və “ortalama” və “ortada yerləşən” məfhumları arasında fərq başa düşülməlidir. Əlavə olaraq, səhvlərin və qeyri-müəyyənliyin göstərilməsi üçün dəyişənlərin qrafik formasında təqdim olunmasına üstünlük verilir və cəmiyyət arasında təzadların və fərqli düşüncə tərzinə malik insanların mövcud olması da qəbul olunur. Hər kəs başa düşməlidir ki, nümunələr böyük həcmdə olsa və daha geniş aspekti əhatə etsə, səhv ehtimalı bir o qədər az olar. Təbiət elmlərini öyrənən şagirdlər bu prinsipi əldə rəhbər tutmaqla statistik məlumatlarla bağlı mühakimə aparmaq bacarığına malik olmalıdırlar. Onlar həmçinin başa düşməlidir ki, elmdə təsadüfən ortaya çıxmış məlumatlar yox, dəlillərlə sübut olmuş konsepsiyalar əhəmiyyətli hesab edilir. 15 yaşlı şagirdlər hər hansı istisna vəziyyətin, məsələn “Kiminsə nənəsi 98 il yaşayıb və gündə 28 siqaret çəkib” kimi arqumentlərdən istifadə olunmasının məqbul hesab edilməməsinə başa düşməlidirlər.

41. Təbiət elmləri səbəb-nəticə əlaqəsinin müəyyən olunması üçün zəruri məntiqi arqumentlərin təməli olan dəqiqləşdirmələr və s. prosedurları təmin edir. Bu cür dəqiqləşdirmələr alimlərə imkan yaradır ki, müəyyən olunan nəticələrdə hər hansı bir dəyişikliyin başqa spesifik xüsusiyyətdə dəyişikliyə yol açması ilə bağlı iddialar irəli sürsünlər. Bu cür metodlardan istifadə edilmədikdə qeyri-qənaətbəxş nəticələr ortaya çıxır. Müvafiq izahedici modellər də səbəb-nəticə əlaqəsinin güclü təməli hesab edilə bilər. Məsələn, en dairəsi və dəri xərçəngi arasındakı əlaqə ultrabənövşəyi şüaların hüceyrələrə olan təsiri ilə izah edilir. Alimlər təcrübə üçün dəvət olunan şəxslərin hansı qruplarda təmsil olunmadığı bilinmədikdə təcrübəyə cəlb olunan və təcrübə aparan şəxslərin nəticəyə təsir etmə imkanlarının olmaması ilə bağlı iddialar irəli sürə bilərlər. Bu qəbildən olan yanaşmalar təbiət elmlərinin təməlini təşkil edir və 15 yaşlı şagirdlər bu ideyaları dərk etməli və elmi nəticələrin əsaslandırılmasında bunların necə əhəmiyyət kəsb etdiyini başa düşməlidirlər.

42. Bununla belə, bütün elmi proseslər bu müstəvidə həyata keçirilmir. Bəzi alimlər həyatlarının böyük hissəsini riyaziyyatla əlaqəli olan izahedici modellər hazırlamaqla masa başında keçirirlər. Taksonomist, ekoloq və epidemioloqlar kimi alimlərdən ibarət digər bir qrup isə bu cür izahların təbiətdə təsdiqini şərtləndirən qarşılıqlı əlaqə və nümunələri müəyyən etmək prosesinə cəlb olunurlar. Astrofiziklər, iqlim mütəxəssisləri və geoloqlar təbiətdə təcrübələr apara bilmirlər. Bunun əvəzinə, onlar daha təfəsilatlı müşahidələr aparıb məlumatlar toplamaqla müvafiq izahalar verirlər və irəli sürülən dəlillər üçün ən məqbul hipotezaları müəyyən edərək arqumentlər təqdim edirlər. Bu nöqtəyi-nəzərdən də elmdə istifadə edilən metodların müxtəlifliyi haqqında məlumatlı olmaq vətəndaşlar üçün vacibdir. Təbiət elmlərinin tədris olunduğu şəxslər səbəb və qarşılıqlı əlaqəni də fərqləndirməyi bacarmalıdır. Məsələn, dondurma satışı və köpəkbalıqlarının ölümü yayda daha geniş vüsət alsa da, bunlar arasında heç bir əlaqə yoxdur, amma ağ ciyər

xəstəlikləri və siqaret çəkmə arasında əlaqə mövcuddur.

43. Bu kompetensiyanın formalaşması üçün daha geniş yayılmış prosedurlar və praktikalar (**prosedural bilik**) və irəli sürülmüş iddiaların əsaslandırılması üçün bu prosedurların funksiyası (**epistomoloji bilik**) haqqında anlayışlara sahib olmaq lazımdır. Bu kompetensiya üçün eyni zamanda müvafiq məsələlərin müəyyən olunması, dəyərləndirilməsi və nəticələrin şərh edilməsi fonunda **ümumi biliklərə** də ehtiyac var. Prosedural və epistomoloji bilik iki funksiyaya xidmət edir. Birincisi, bu cür biliklər fərdlərin elmi araşdırmaları qiymətləndirmələri, müvafiq prosedurlara əməl etmələri və nəticələrin etibarlı olması ilə bağlı mühakimə yürütmələri baxımından zəruridir. İkincisi, bu biliklərə sahib fərdlər elmi problemlərin müvafiq şəkildə araşdırılıb-araşdırılmamasını ümumi olaraq qiymətləndirə bilirlər.

44. Elmi faktların şərh edilməsi təbiət elmlərinin tədrisi kontekstində çox əhəmiyyət kəsb etdiyindən dar çərçivədə olsa belə, bütün şagirdlərin proseslə bağlı anlayışları olmalıdır. Faktların, məlumatların şərhini ilk olaraq şablonları, diaqramları, cədvəlləri, dairəvi qrafikləri nəzərdən keçirmək və ya sinifdəki şagirdlərin boyları, saçlarının və ya gözlərinin rəngləri və ya məktəb həyatında müşahidə edilən canlıların sayları ilə bağlı tətbiq edilən Venn diaqramının təhlil edilməsi ilə başlayır. Daha yüksək səviyyədə isə bunun üçün kompleks məlumatlar, analitik alətlərin istifadə olunması, modellər, statistik təhlillər, əsas hesablama modelləri və alqoritmləri üçün nəzərdə tutulan mürəkkəb analiz vasitələri tələb olunur.

45. Mürəkkəb məlumatların təhlil və şərh olunması, eləcə də dəyərləndirilməsi tələb olunduqda onlar, adətən, vizual və qrafik formaları şəklində təqdim olunur. Şagirdlər təbiət elmlərini öyrənməklə məlumatların müxtəlif formalarda təqdim olunmasını, bu prosesdə müşahidə olunan ənənəvi səhvləri fərqləndirməyi bilməlidirlər. Onlar sadə yazılı mətnlər, diaqramlar və qrafik formalar arasında əlaqələndirməni yerinə yetirə bilməlidirlər. Bu bilik və anlayışlar etibarlı və əsaslı dəlillərin nəyə əsasən yaranmasını və faktların, məlumatların necə təqdim olunmasını başa düşmək üçün əhəmiyyət kəsb edir. İnsanların məlumatları daha aydın başa düşmələrinə kömək etmək məqsədilə alimlər bəzən bunları qrafik, cədvəl şəklində və ya daha mürəkkəb simulyasiyalarda və ya 3D formatında təqdim edirlər. Bütün əlaqələr və ya formalar müəyyən standartlara əsaslanmalıdır.

46. Hər hansı məlumatı əldə etmək üçün insanlar sadəcə tətbiq olunan prosedurlarla kifayətlənməməlidirlər. Onlar əlavə anlayış və biliklərə malik olmalıdırlar. Belə ki, onlar həmin prosedurların müvafiq olması və ya iddiaların əsaslandırılması ilə bağlı mühakimə yürütməyi bacarmalıdırlar (**epistomoloji bilik**). Məsələn, bəzi məlumatlar müxtəlif yollarla şərh oluna bilər. Ona görə də ən münasib nəticə üçün əsaslandırma və tənqidə yanaşma çox vacibdir. Hər hansı

bir nəzəriyyənin yeni olmasını və ya əvvəlki məlumatların fərqli formatda yenidən şərh edilərək təqdim olunmasını müəyyən etmək üçün alimlər və texnoloqlar əsaslandırma metoduna üstünlük verirlər. Buna görə də alimlər arasında fikir ayrılığı normal qarşılanmalıdır. Əslində, çox insan empirik dəlilləri peşəkar alimlərin fəaliyyətindəki əsas meyar kimi qiymətləndirsə də, həmin dəlillərə qarşı tənqidi və şübhəli yanaşma nümayiş etdirilə bilər.

47. Bu kompetensiyanın formalaşması üçün müvafiq elmi suallar soruşmaq, lazımi təcrübələrin və müşahidələrin həyata keçirilməsi üçün elmi ideyalardan istifadə etmək, məlumatları, faktları təhlil və şərh etmək, eyni zamanda məlumatların ən yaxşı şəkildə şərh olunmasının dəyərləndirilməsi üçün tənqidi yanaşma nümayiş etdirmək və müzakirələrə cəlb etmək kimi bacarıqlar tələb olunur. (Ford, 2008) Təbiət elmlərinin cəmiyyət üzvlərinin iştirakı ilə praktikalar məcmusu olması ideyası son 40 ildə tarixçilərin, filosofların, psixoloqların və sosioloqların əsərlərində öz əksini tapmışdır. Təbiət elmlərinin ortaq praktikalar məcmusu kimi təqdim olunması bir daha onu göstərir ki, nəzəriyyələrin irəli sürülməsi, əsaslandırılması və sınaqdan keçirilməsi iştirakçı və müəssisələr şəbəkəsinin cəlb olunduğu genişmiqyaslı fəaliyyətlərin bir komponenti (Longino, 2002), dinləmə və danışma sahələrində ixtisaslaşma (Halliday və Martin, 1993; Lemke, 1990), sistemlərin və hadisələrin təqdimatı üçün modellərin təkmilləşdirilməsi (Nersessian, 2008), ehtimalların irəli sürülməsi (Crombie, 1994) və təcrübə və ya müşahidə yolu ilə hipotezaların yoxlanılmasına imkan verən vasitələrin müəyyən edilməsi (Giere et al., 2006) kimi nəzərə alınmalıdır.

Kompetensiya 3: Qərar qəbulu və fəaliyyət zamanı elmi məlumatı araşdırır, qiymətləndirir və tətbiq edir

48. Həqiqi biliklər bütün cəmiyyət üçün faydalı olur. Bu gün internet sayəsində biliklərin hər kəs üçün əlçatan olması 20 il əvvəl sadəcə xəyal idi. Ümumi olaraq, bu, müsbət tendensiyadır. Xarab olmuş velosipedin necə təmir edilməsindən tutmuş səhhətimizlə bağlı məsələlərə kimi gündəlik həyatımızda qarşılaşdığımız suallara internet sayəsində cavab tapa bilərik. İnternet, həmçinin ortaq maraqları olan insanları bir araya gətirir.

49. Yuxarıda qeyd edilən müsbət məqamlara baxmayaraq, əsaslı dəlillərlə sübut olunmayan və ya səhv olması təsdiq olunmayan, “elmi” olması iddia olunan məlumatların insanlar tərəfindən qəbul olunması qlobal səviyyədə narahatlıq doğurur. İnsanların Yer kürəsinin yastı olması, peyvəndlərin autizmə yol açması, iqlim dəyişikliyi haqqında həqiqətə uyğun olmayan iddialara inanması, həqiqətən, narahatlığa əsas yaradır. Həqiqi biliklər bütün cəmiyyət üçün faydalı hesab olunur, amma səhv, natamam biliklər həm fərdlər, həm də cəmiyyət üçün təhlükəlidir.

Məsələn, peyvəndlərin zərərli olması ideyası sadəcə bu fikrə inananlar üçün yox, sağlam olmaq üçün peyvənddən asılı olan insanlar üçün də təhlükəlidir. Elmi məlumatların əldə edilməsi və dəyərləndirilməsi üçün sadəcə konspektlər haqqında məlumatlı olmaq kifayət etmir. Bu məqamda elm haqqında da biliklərə sahib olmaq lazımdır.

50. Bu kompetensiya müstəvisində şagirdlər etibarlı, dəqiq elmi faktların necə əldə edilməsini və bəzi insanların maddi maraqlara görə elmi təhrif edərək saxta məlumatları “elm” adı altında təbliğ etmələrini, sübut olunmuş dəlilləri “saxta” adlandırmalarını, alimlər arasında fikir birliyinin olduğu məsələlərə “qeyri-müəyyən” damğası vurmalarını dərk etməlidirlər. (Höttecke & Allchin, 2020, s. 4) Təbiət elmlərinin sosial mühitdə təcrübə edilməsi nəticəsində ortaya çıxan epistomoloji məlumat bunların başa düşülməsinə kömək edir. Birincisi, təbiət elmlərini öyrənən şəxslər proseslərin ardıcılıq haqqında məlumatlı olmalıdırlar – laboratoriyalarda təcrübələr aparıldıqdan sonra nəticələr elmi məcmuələrdə dərc edilir və ya Youtube-da nümayiş etdirilir. İkincisi, bütün insanlar inandıqları məsələlərin təsdiq olunmasında maraqlıdırlar. Belə ki, bəzi insanlar özlərinin yaratdıqları kiçik dünyalarında yaşayırlar və bəzi xəbərlər də onların düşüncə tərzini dəstəkləyir. Bütün elmi məlumatlara hər hansı maraqlar toqquşmasının olmaması, alimlər arasında fikir birliyinin təmin olunması və mənbələrin etibarlı hesab edilməsi kontekstində yanaşmaq lazımdır. Yəni dəyərləndirmə prosesi nəticələrin qiymətləndirilməsi ilə yox – bir çox halda insanların bunun üçün səriştələri kifayət etmir – mənbələrin etibarlılığını, bunların təqdim olunması zamanı kommunikasiya kanallarının məqbul olmasını nəzərdən keçirməklə başlamalıdır. Məsələn, bu nəticəni elan edən şəxs müvafiq sahə üzrə peşəkardımı? Hal-hazırda araşdırmaların nəticələrinə görə şagirdlərin mənbələri qiymətləndirmə qabiliyyətlərinin qənaətbəxş hesab edilmədiyi bir vaxtda (Breakstone və həmkarları, 2021) media, xüsusilə də, rəqəmsal media savadlılığı bütün şagirdlər üçün əhəmiyyətli hesab olunur (Höttecke & Allchin, 2020; Kozyreva, Lewandosky & Hertwig, 2020; Bergstrom & West, 2020).

51. Bu kompetensiyanın əsas elementlərindən biri də elmin ictimai proses olduğunu və səhvlərin mümkünlüyünü qəbul etməkdir. Bir çox hallarda səhvlər elmdə norma kimi qəbul olunur. (Allchin, 2012) Onu da qeyd edək ki, fərdi alimlər və ya araşdırma komandaları səhvlər edə bilirlər, amma elm dünyasında hər hansı məsələ ilə bağlı fikir birliyi varsa, bu məqamlar daha etibarlı hesab edilir. Bundan əlavə, bu fikir birliyi dünyanın müxtəlif guşələrindəki alimlərin fikirlərinin sintez şəklində təqdim olunduğu İqlim Dəyişikliyi üzrə Hökumətlərarası Panelin hesabatında da əks olunduğu kimi mütəxəssislər arasındakı fikir birliyidir (Collins & Evans, 2007; Oreskes, 2004, 2019; Selinger & Crease, 2006). Elm hər kəsin fikrinin hörmət edildiyi demokratik təsisat deyil. Müvafiq sahə üzrə ixtisaslaşmış şəxslərin müəyyən nəticələri şərh edərək əsaslandırıldığı yanaşmalar əhəmiyyətli hesab

edilir. Bu nöqteyi-nəzərdən, imza atan şəxslər peyvəndlər sahəsində mütəxəssis deyilsə, peyvəndlərin zərərli olması iddiası ilə imzalanmış petisiyalar heç bir elmi əsası olmayan sənədlərdir.

52. Təbiət elmlərini öyrənən şəxslər həmçinin başa düşməlidirlər ki, tək bir alimin “qeyri-adi” kəşflər etməsi reallığı əks etdirmir. Əksinə, elm əməkdaşlığının zəruri olduğu, alimlərin bir-birlərinin səhvlərini aşkar etdikləri ictimai fəaliyyətdir (epistomoloji bilik). Elm fəaliyyətlər və tənqidi yanaşmaların vəhdəti çərçivəsində inkişaf edir. Hər hansı sahədə alimlər arasında fikir ayrılığı növbəti addımların atılmasını və yenilikləri şərtləndirir (Ford, 2008). Təbiət elmlərini öyrənənlər bu sahədə yeni biliklərin əldə edilməsi üçün tənqidin niyə vacib olmasını və xüsusilə, fikir birliyinin olmadığı məqamlarda dəyişikliklərin qaçılmaz olduğunu da qavramalıdırlar. Bunun ən bariz nümunəsi mütəmadi olaraq təkmilləşən və dəyişən iqlim modelləridir. Bu dəyişikliklər ehtimalların daha dəqiq olmasına, insan fəaliyyətləri nəticəsində ortaya çıxan təsirlərin müəyyən olunmasına və mövzu ilə bağlı fikir birliyinin təmin olunmasına yol açır. Nəticədə, elmə əsaslanan tövsiyələr irəli sürülür və müvafiq məlumatlar əlçatan olur. Hər hansı bir elmi iddia irəli sürüldükdə təhsilli şəxslər bu məsələ haqqında alimlər arasındakı fikir birliyini, həmin iddiaları irəli sürən şəxslərin ixtisaslaşdığı sahələri və bu iddiaları dəstəkləyən faktların və dəlillərin mövcudluğunu nəzərdən keçirirlər. Bu kimi suallara cavab tapdıqdan sonra onlar arqumentlərdəki bəzi məqamlar haqqında mülahizə yürüdə bilirlər. Məsələn, sürət həddinin saatda 50 km-dən 30 km-ə endirilməsi problemin həllinə az təsir edəcək və ya peyvəndlərin mənfi fəsadları faydalarından daha çoxdur. Buna görə də bu kompetensiya epistomoloji biliyə əsaslanır.

53. Fəaliyyətləri qiymətləndirərkən şagirdlər başa düşməlidirlər ki, fəaliyyətlərin hamısında risk faktoru mövcuddur. Bəzən fəaliyyətlərlə bağlı qərarlar elmi biliklərin olmaması şəraitində alınır və bu kimi qeyri-müəyyənliklər elmə xas xüsusiyyətlərdəndir (prosedural və epistomoloji bilik). Buna görə də alınan qərarların böyük qisminə risklərin qiymətləndirilməsi vacibdir (Beck, 1992; Adam, Beck & van Loon, 2000). Amazonda meşələrin qırılması və ya nüvə enerjisindən istifadə kimi ciddi təhdidlərlə qarşı-qarşıya qalındıqda əsas meyar önləyici tədbirlərin alınmasıdır. Risklərlə bağlı statistikada ancaq bədbəxt hadisələr əks olunur. Risklərlə bağlı qərar vermək fərdi risk (velosiped sürmək), əhali ilə əlaqəli risk (yeni xəstəlik və ya virusun yayılması), sistemli risk (biomüxtəlifliyin məhv olması) və ya qısa və uzun müddətli risk (bu gün və ya gündə 10 siqaret çəkmək) kimi fərqli faktorlar müstəvisində həyata keçirilir. Əlavə olaraq, bu kimi qərarları verərkən normativ və sosial məsələlər də nəzərə alınır.

54. Şəxsi və cəmiyyəti maraqlandıran məsələlərdə mühakimə yürüdərkən

konkret nəticəsi olmayan proseslər və fikir ayrılıqları, eləcə də maraqların toqquşması və elmlə əlaqəsi olmayan dəyərlər nəzərə alınmalıdır. Bu kimi vəziyyətlərdə risklərin qiymətləndirilməsi elmi biliklərlə digər dəyərlər arasında tarazlığın qorunması aspektindən çox çətin olur. Məsələn, hal-hazırda müzakirə olunan məsələlərdən biri budur ki, elektrik mühərrikli maşınlar bizim yanacaqdan asılılığımıza son qoyacaq və çirklənməni azaldacaq. Bununla belə, elektrik mühərrikli maşınların istehsalı üçün nadir maddələr tələb olunur. Bu prosesin icra edilməsi zamanı yerli əmək qüvvəsinin istismar edilməsi kimi sosial və başqa ətraf mühit məsələləri ortaya çıxır.

4. Sahələrin təşkil edilməsi

55. Qiymətləndirmənin həyata keçirilməsi məqsədilə təbiət elmlərinin tədrisi prosesində nəticələrin izah edilməsi üçün PISA 2025-də dörd əlaqəli aspekt mövcud ola bilər (Qrafik 1).

Qrafik 1: Təbiət elmlərinin tədrisində dörd komponent

1. Kontekst	Təbiət elmlərinin, texnologiyanın başa düşülməsi üçün şəxsi, yerli, milli və global müstəvidə cari və tarixi məsələlər
2. Bilik	Təbiət elmləri kontekstində biliklərin təməlini təşkil edən əsas faktların, məfhumların və izahedici nəzəriyyələrin dərk edilməsi. Bura təbiət və texnoloji hadisələr haqqında biliklər (ümumi bilik), bu cür ideyaların necə ortaya çıxmasını başa düşmək (prosedural bilik) və bu prosedurların mahiyyətinin başa düşülməsi və istifadəsinin əsaslandırılması (epistomolji bilik) daxildir.
3. Kompetensiyalar	Hadisələri elmi cəhətdən izah etmək, elmi araşdırma layihələrini tərtib etmək və qiymətləndirmək, elmi məlumat və sübutları tənqidi şəkildə şərh etmək, qərar qəbulu və fəaliyyət zamanı elmi məlumatı araşdırmaq, qiymətləndirmək və tətbiq etmək qabiliyyəti
4. Elmi identifikasiya	Təbiət elmlərinə və texnologiyaya maraq kontekstində müşahidə olunan meyillər, elmə və şəxsi potensiala qarşı münasibətlər məcmusu.

56. Bu aspektlər aşağıda daha geniş izah olunub.

Qiymətləndirmə üçün kontekstlər

57. PISA 2025-də iştirakçı ölkələrdə təbiət və yer elmlərinin tədrisi ilə əlaqəli məqamların və s eçimlərin diqqət mərkəzində saxlanıldığı kontekstlərdən

istifadə edilməklə əhəmiyyətli elmi biliklər qiymətləndiriləcək. Amma bu cür kontekstlər iştirakçı ölkələrin tədris proqramlarındakı ortaq aspektlərlə məhdudlaşmayacaq. Əksinə, qiymətləndirmədə şəxsi, yerli, milli və qlobal kontekstləri əks etdirən vacib situasiyalarda üç kompetensiyanın istifadə olunması nəzərə alınır.

58. Qiymətləndirilən məsələlər sadəcə məktəbdə tədris olunan faktlarla məhdudlaşmayacaq. PISA 2025 qiymətləndirilməsi zamanı əsas diqqət şəxslər, ailə, həmyaşıdlar ilə bağlı situasiyalara (şəxsi), ictimaiyyətə (yerli və milli) və dünyanın fərqli məkanlarındakı hadisələrə (qlobal) yönəldiləcək. Texnologiya və ətraf mühit mövzuları ümumi kontekst olaraq istifadə oluna bilər. Eyni zamanda, şagirdlərin yeni elmi biliklərin əldə edilməsi üçün zəruri olan proses və təcrübələr haqqında anlayışlarını qiymətləndirmək üçün tarixi kontekstlərdə bəzi mövzular da nəzərə alın bilər.

59. Qrafik 2-də qiymətləndirmə kontekstləri üçün zəruri olan şəxsi, yerli, milli və qlobal məsələlər müstəvisində təbiət elmlərinin və texnologiyanın istifadəsi əks olunub. Bunlar müxtəlif real situasiyalar əsasında müəyyən olunub və əvvəlki PISA çərçivə sənədlərindəki elm savadlılığının tətbiq olunduğu sahələrlə müvafiq olacaq. Kontekstlər eyni zamanda şagirdlərin maraqları və həyat tərzləri nəzərə alınmaqla müəyyən olunacaq. Qeyd olunan sahələr bunlardır: sağlamlıq və xəstəlik, təbii sərvətlər, ətraf mühitə təsirlər və iqlim dəyişikliyi, risklər və müasir elm və texniki tərəqqi və çətinliklər. Bunlar həyat səviyyəsinin yaxşılaşdırılması, ictimai rifahyönümlü siyasətin təkmilləşdirilməsi üçün elmi kompetensiyaların xüsusi əhəmiyyət kəsb etdiyi sahələrdir.

Cədvəl 3. PISA 2025 təbiət elmləri kompetensiyası 1

Qrafik 2. PISA 2025 təbiət elmlər üzrə qiymətləndirmə üçün kontekstlər

	Şəxsi	Lokal/milli	Qlobal
Sağlamlıq və xəstəlik	Sağlamlığın qorunması, hadisələr, qidalanma, peyvəndləmə	Xəstəliklərin nəzarət altında saxlanması sosial kommunikasiya, qida seçimi, piylənmə, ictimai	Pandemiya, qida təhlükəsizliyi, sağlam həyat tərz
Təbii sərvətlər	Materialların, ərzaq növlərinin və enerjinin şəxslər tərəfindən istehlakı Yerli qidaların istehlakı Qeyri-süd məhsullarının və vegetarian pəhrizinin seçilməsi	Əhalinin sayının, həyat səviyyəsinin, təhlükəsizliyin, qidaların hazırlanmasının və paylanılmasının, enerji təchizatının tənzimlənməsi. Dağ-mədən işlərinin ətraf mühitə təsiri və təbii sərvətlərin çıxarılması. Bərpa olunan enerji mənbələrinin istifadəsi	Bərpa olunan və bərpa olunmayan enerji mənbələri, təbii sistemlər, əhalinin sayında artım, torpaqdan və bitki növlərinin dayanıqlı istifadəsi Biomüxtəliflik və onun dəyəri
Ətraf mühitə təsirlər və iqlim dəyişikliyi	Yenidən emalın dayanıqlı şəkildə tətbiq olunması və qaynaqların az istifadə edilməsi	Əhalinin paylanması, tullantıların idarə edilməsi, ətraf mühitə olan təsirlər. Regenerativ kənd təsərrüfatının tətbiq edilməsi	Ətraf mühitin dayanıqlığı, çirklənmənin və havanın keyfiyyətinin idarə edilməsi, biomüxtəlifliyin məhv olması. Növlərin kütləvi məhv olması Okeanlarda turşuluq səviyyəsinin artması
Təbii fəlakətlər	Həyat tərzilə bağlı seçimlərdə risklərin dəyərləndirilməsi	Ani dəyişikliklər [məs., zəlzələlər, kəskin hava şəraiti], tədricən baş verən dəyişikliklər [məs., sahillərin eroziyası, çöküntülərin toplanması], risklərin qiymətləndirilməsi. Üz tanınma sistemi	İqlim dəyişikliyinə fəsadları, modern kommunikasiyanın təsirlə enerji və onun istehsalı. Məsələn, qayalardan qazların çıxarılması, nüvə
Müasir elmi və texniki tərəqqi və çətinliklər	Yeni texnologiyaların tətbiq olunmasının elmi aspektləri Məs., genlərin dəyişdirilməsi, virtual reallıq	Yeni materiallar, alətlər və proseslər, genetik modifikasiya, səhiyyə avadanlıqları, nəqliyyat, süni zəkanın istifadə edilməsi	Səmanın tədqiq edilməsi, kainatın mənbəyi və strukturu

60. Qeyd edək ki, PISA təbiət elmləri üzrə qiymətləndirmədə kontekstlər dəyərləndirilmir. Burda spesifik kontekstlərdə kompetensiyalar və biliklər qiymətləndirilir. Bu kontekstlər şagirdlərin 15 yaşa kimi əldə etdikləri güman edilən bilik və anlayışlara əsasən seçilir.

61. Bütün bu proseslərdə linqvistik və mədəni fərqliliklər prioritet məsələ olacaq. Bu, sadəcə, qiymətləndirmənin etibarlı olması üçün deyil, həm də iştirakçı ölkələrdəki fərqliliklərə hörmət etmək məqsədi güdür. Bununla belə, hər hansı beynəlxalq imtahanı hazırlayarkən iştirakçı ölkələrdəki hadisələri tam mənası ilə nəzərə almaq mümkün deyil. Amma qeyd edilən məqam bu kimi biliklərin həmin ölkələr üçün əhəmiyyətsiz olması mənasına gəlməməlidir.

Təbiət elmləri kompetensiyaları: fəaliyyətlərin nəticələri

62. Bu hissədə hər kompetensiya üzrə tələb olunan fəaliyyətlər və bacarıqlar izah olunacaq. 3-5-ci cədvəllərdəki kompetensiyaların məcmusu təbiət elmlərinin bütün fənlər üçün ortaqlıq sosial və epistemoloji praktikalar təmin etməsi fikrini təsdiqləyir. (Milli Tədqiqat Şurası, 2012) Belə ki, bütün bu kompetensiyalar fəaliyyət olaraq təqdim olunur. Onlar təbiət elmlərini öyrənən şəxslərin başa düşəcəyi və yerinə yetirə biləcəyi formada yazılır. Təcrübəli şəxslər bu kompetensiyaları daha dəqiq dərk edirlər. 15 yaşlı şagirdləri təbiət elmləri üzrə ekspert adlandırmaq olmasa da, həmin elmləri öyrənən şagirdlər öz rollarını başa düşə bilirlər və izah olunan praktikaları həyata keçirə bilirlər.

Hadisələri elmi cəhətdən izah edir

1. Müvafiq elmi bilikləri xatırlayaraq tətbiq etməklə,
2. Müxtəlif formaları istifadə etməklə və bu formalar arasında əlaqəni başa düşməklə,
3. Elmi proqnozlar və həll yolları irəli sürərək bunları əsaslandırmaqla,
4. Modelləri müəyən edib dəyərləndirməklə,
5. Maddi dünyada baş verən hadisələri dərk edib bunlarla bağlı izahedici hipotezalar irəli sürməklə,
6. Elmi biliklərin cəmiyyət üçün imkanlarını izah etməklə müxtəlif təbii və texnoloji anlayışların izahını verir və həll yolları təklif edir.

Cədvəl 3. PISA 2025 təbiət elmləri kompetensiyası 1

63. Hadisələri elmi cəhətdən izah edə bilən 15 yaşlı şagirdlər verilmiş vəziyyətlərdə müvafiq bilikləri xatıralaya, bunları tətbiq edə və izahları verə bilirlər. Təbiət elmlərində müvafiq izahların verilməsi üçün müxtəlif təsvirlərə ehtiyac ola bilər və şagirdlər yazılı mətnlərdən, diaqramlardan, sxemlərdən və qrafiklərdən istifadə edə bilirlər. Təbiət elmlərində müvafiq izahların verilməsi həm də ehtimalların irəli sürülməsi və əlaqəli problemlər üçün həll yollarının təklif edilməsi ilə müşayiət olunur. Məsələn, gələcəkdə dəniz səviyyəsinin qalxması nəticəsində ortaya çıxan problemlərin minimuma endirilməsi üçün fəaliyyətlər. Təbiət elmlərini öyrənən şəxslər suyun daha isti günlərdə niyə tez buxarlanması, yeni canlıların yaşayış sahələrinə necə təsir etməsi, mayelərlə müqayisədə qazların niyə sıxılma xüsusiyyətlərinə malik olması kimi gündəlik həyatda müzakirə olunan məsələləri izah edə bilmək üçün standart elmi modellər tərtib etməyi, bunlar əsasında gələcəklə əlaqəli proqnozlar verməyi bacarmalıdırlar.

64. Elmi biliklərin və faktların olmadığı zamanlarda müvəqqəti izahedici hipotezaların irəli sürülməsi üçün ümumi biliklərdən istifadə etmək olar. Son olaraq o da qeyd olunmalıdır ki, 15 yaşlı şagirdlər elmi biliklərin cəmiyyət üçün faydalarını da izah etməyi bacarmalıdırlar. Məsələn, xəstəliklərin yayılmasının qarşısını almaq üçün bakteriyalar və viruslar və ya daha uzun müddət işləyən batareya kimi dayanıqlı həll yolları üçün kimyəvi proseslər haqqında məlumatlara malik olmaq vacibdir.

Cədvəl 4. PISA 2025 təbiət elmləri kompetensiyası 2

Elmi araşdırma layihələrini tərtib edir və qiymətləndirir, elmi məlumat və sübutları tənqidi şəkildə şərh edir

- Elmi araşdırmalarda problemləri müəyyən edərək,
- Müvafiq təcrübi yanaşmalar təklif edərək,
- Həmin yanaşmaların verilmiş məsələ üçün müvafiq olub-olmamasını dəyərləndirərək,
- Fərqli formalarda verilmiş məlumatları şərh edərək və həmin məlumatlar əsasında qərarlar verdikdən sonra həmin qərarları dəyərləndirərək

elmi araşdırma layihələri tərtib edir, elmi məlumat və sübutları tənqidi şəkildə şərh edir.

65. “Elmi araşdırma layihələrini tərtib edir və qiymətləndirir, elmi məlumat və sübutları tənqidi şəkildə şərh edir” kompetensiyası cavablarının elmi araşdırmalar yolu ilə tapılan sualları digər sual növlərindən fərqləndirmək bacarığı ilə sıx bağlıdır. Sualların qiymətləndirilməsi üçün nəticələrin əhəmiyyəti ilə bağlı mülahizə yürütmək bacarığı da tələb olunur. Məsələn, on illərdir ki, malyariya xəstəliyinin müalicəsi üçün peyvəndin tapılması məqsədilə elmi proqramlar davam etdirilir. Malyariya infeksiyası nəticəsində həyatını itirən insanların sayını nəzərə alıqda peyvəndin tapılması istiqamətində istənilən fakt mühüm əhəmiyyət kəsb edəcək.
66. Bu kompetensiya üçün prosedural və ümumi biliklər, eləcə də, elmi araşdırmaların digər formaları tələb olunur. Məsələn, hər hansı təcrübə məqsədilə aparılan araşdırmalarda hansı kəmiyyətlərin yoxlanılması, dəyişikliklərin müşahidə edilməsi, nələrin nəzarət altında saxlanması kimi məsələlər əhəmiyyətlidir. Bundan əlavə, dəqiq məlumatların əldə edilməsi üçün atılacaq addımlar da müəyyən olunmalıdır. İqlim dəyişikliyi, virusun yayılması, temperaturun qalxmasının təsirləri kimi anlayış və proseslərin modellərinin hazırlanması üçün şagirdlər müxtəlif dəyişənləri müəyyən etməli və onların uyğunluğunu qiymətləndirməlidirlər. Bu kompetensiya çərçivəsində araşdırmaların nəzəri yanaşmalar müstəvisində həyata keçirildiyini və ya epidemioloqların işləri kimi proseslərin müəyyən olunmasını da fərqləndirmək tələb olunur.
67. Bu kompetensiya üçün təbiət elmlərini öyrənən şəxslər elmi məlumatları şərh etmək qabiliyyətinə malik olmalı və iddiaların irəli sürülməsi üçün istifadə olunan dəlilləri təhlil edə bilməlidirlər. Onlar həmçinin koronavirusla bağlı cədvəllər, hava keyfiyyətini əks etdirən diaqramlar və ya əhalinin statistikasını əks etdirən sxemlər kimi fərqli formalarda təqdim olunan məlumatlar əsasında nəticə əldə etməyi bacarmalıdırlar. Bu şəxslər eyni zamanda gəldikləri qənaətlərin doğruluğu, məlumatlardakı qeyri-müəyyənlik, mənbələrin etibarlılığı kimi məsələlərdə mühakimə yürütmək iqtidarında olmalıdırlar. Bu kompetensiyaya malik şəxslər diaqramlardan və digər müvafiq qrafiklərdən istifadə etməklə elmi dəlillərin mənasını, spesifik auditoriya üçün faydasını şərh edə bilirlər. Məlumatların təhlil olunması və ümumiləşdirilməsi, eyni zamanda məlumatların fərqli şəkillərdə təqdim olunması üçün sadə riyazi alətlər tələb oluna bilər.
68. Bu kompetensiya üçün verilmiş məlumatların müxtəlif vizual formalarda necə təqdim olunmasını başa düşmək və müvafiq problemin həlli üçün ən uyğun formanın seçilməsini bacarmaq lazımdır. Bura müxtəlif məlumat formalarında nələrin əks olunmasını və ya nələrin gizlədilməsini fərqləndirmək qabiliyyəti də daxildir. Məsələn, dəyişən rəqəmlər üçün loqarifmik eyniliklərin

istifadə edilməsi (Harford, 2020, Bergstrom & West, 2020). Bu cür biliklər məlumaların şərh edilməsi və internet və mətbuatdakı məlumatların izahı üçün əhəmiyyət kəsb edir.

Qərar qəbulu və fəaliyyət zamanı elmi məlumatı araşdırır, qiymətləndirir və tətbiq edir

- Elmlə əlaqəli məsələlərdə qərarların verilməsi üçün əhəmiyyətli hesab edilən müxtəlif məlumat mənbələrinin xüsusiyyətlərini (elmi, sosial, iqtisadi və etik) araşdıraraq və bunların arqumentlər və həll yolları üçün məqbul olmasını müəyyən edərək,
 - əsaslı elmi dəlillər, ekspert rəyləri və fikirləri kontekstlərində iddiaları fərqləndirib bunları əsaslandıraraq,
 - Məlumatlar əsasında gəlinən nəticələri elmi nöqteyi-nəzərdən dəstəkləmək üçün arqumentlər irəli sürərək,
 - Prosedural və epistomoloji biliklərdən istifadə edərək zəif ehtimallar, səbəb-nəticə əlaqəsinin mövcud olmaması, əsaslandırılmamış izahlar, məhdud məlumatlar əsasında ümumiləşdirilmənin aparılması kimi elmi arqumentləri tənqid edərək,
 - Müasir problemlərin həllinə və ya dayanıqlı inkişafa təkan verən elmi arqumentlərdən istifadə edərək alınan qərarlarla bağlı mühakimə yürüdərək
- Elmi araşdırmalar aparır, arqumentləri təhlil edir və müvafiq nəticələrə gəlir.

69. Son onillik məlumatların həcmi böyük olması və insanların bu məlumatlardan istifadə qabiliyyətlərinin inkişaf etməsi ilə səciyyələnir. Təəssüf ki, etibarlı və dəqiq məlumatla yanaşı, saxta, elmi əsası olmayan məlumatlar da kifayət qədərdir. Elmi məlumatlara gəldikdə demək lazımdır ki, vətəndaşlar hər hansı elmi məsələ ilə əlaqəli informasiyanın dəqiq olmasını mühakimə etmək kompetensiyasına malik olmalıdırlar. 2020-ci ildə pandemiya başladıqda mövzu ilə əlaqəli dəqiq və saxta xəbərlərin yayılması buna ən yaxşı nümunədir. Həmin dövrdə maska taxmağın əhəmiyyəti, Covid-19-un fəsadları və peyvənd vurdurmağın müsbət təərəfləri kimi mövzular geniş müzakirə olunurdu.

70. Bir çox insanlar ikinci dərəcəli mənbələr və ya məlumatlar vasitəsilə elm haqqında təəssürlərə malik olurlar. Bu cür hesabatları nəzərə almaq üçün

insanlar mənbələrin statusunu qiymətləndirməli, məlumatların dərc olunduğu elmi məcmuələri araşdırmalı, mütəxəssis rəylərini oxumalı və məlumatların keyfiyyəti ilə bağlı dəqiqlik, konkretlik, arqumentlərin əsaslandırılması kimi standart prosedurları həyata keçirməlidir.

71. Təbiət elmlərinin tədrisinə cəlb olunmuş şagirdlər, xüsusilə, sadəcə mətbuatda dərc olunan və tək bir mənbəyə əsaslanan elmi nəticələrə şübhə ilə yanaşmalıdırlar, çünki bütün araşdırmalar əvvəlki araşdırmaların davamı olmalıdır – tək bir tədqiqatın aparılması ilə əldə edilən nəticələrdə qeyri-müəyyənlik ehtimalı daha çox olur. Bu kompetensiya şagirdlərdən prosedural və epistomoloji biliklərdən istifadəni tələb edir.
72. Ona görə də təbiət elmlərinin tədrisində əsas məqsəd şagirdlərin şəxsi, lokal, milli və qlobal müstəvidə elmi məsələləri araşdırma, dəyərləndirmə, elmi məlumatları qərar vermək üçün istifadə etmə kompetensiyalarını inkişaf etdirmək olmalıdır. Bu nöqtəyi-nəzərdən, mənbələrin etibarlılığını yoxlayarkən qarşımıza çıxan ilk məlumatlara inanmamalı, hərtərəfli araşdırma aparmalıyıq (Breakstone et al., 2021). 15 yaşlı şagirdlər elmi məsələlərdə fikir birliyinin olmasını yoxlamaq üçün Vikipediya düzgün istifadə etməyi bacarmalıdırlar. Bundan əlavə, təbiət elmlərini öyrənən 15 yaşlı şagirdlər elmi arqumentlərdə fərziyyələr, iddiaları müəyyən etməyi bacarmalı və peyvəndlər, karbon ehtiyatı, suyun mühafizə edilməsi və havanın keyfiyyəti kimi mövzularla bağlı əldə etdikləri dəlillər və informasiya əsasında arqumentlər irəli sürmək iqtidarında olmalıdırlar. Onlar həmçinin yol verilən ənənəvi səhvləri və yanlış yanaşmaları da aşkar etməyi bacarmalıdırlar. Bura “insan davranışları iqlim dəyişikliyinə təsir etmir” kimi fərziyyələr, hər hansı ölkədəki doğum sayı və hacıləyləklərin ümumi sayı və ya dondurma satışı ilə köpək balıqlarının ölümü arasındakı səhv əlaqələndirmə, “peyvəndlər autizmə səbəb olur” kimi əsassız yanaşmalar, “alimlər iki həftə sonra üçün hava haqqında proqnoz verə bilmədikləri halda 20 il sonra üçün iqlim dəyişiklikləri haqqında necə bilirlər?” iddiası ilə iqlim və hava arasındakı fərqi ayırd etməmə və kifayət qədər dəlil olmamasına baxmayaraq, ümumiləşdirmə aparma nümunə ola bilər. İnsanlar bunu da başa düşməlidirlər ki, elm qərarların alınması və qarşılıqlı əlaqənin təmin edilməsi üçün iqtisadiyyat, davranış və digər dəyərlər kimi bir faktordur.

Təbiət elmləri üzrə biliklər

73. Təbiət fənninin inkişaf etdirdiyi üç kompetensiya aşağıda qeyd olunan üç növ biliyə əsaslanır.

Ümumi biliklər

74. PISA 2025 təbiət biliklərinin qiymətləndirilməsi təbiət fənninin məzmun sahəsinə

aid yalnız bir nümunə əsasında aparıla bilər. Ona görə də qiymətləndiriləcək biliklərin seçilməsində aydın meyarların istifadə olunması vacibdir. Bu o deməkdir ki, qiymətləndiriləcək biliklər fizika, kimya, biologiya, yerşünaslıq və astronomiyaya aid əsas mövzulardan ələ seçilməlidir ki,

- real həyat vəziyyətlərinə uyğun olsun;
- əsaslandırılmış və davamlı faydası olan mühüm elmi konsepsiyaları və ya təməl nəzəri bilikləri təmsil etsin;
- 15 yaşlı təhsilalanların inkişaf səviyyəsinə uyğun olsun.

75. Buna görə də güman edilir ki, şagirdlər təbiət fənninə aid təməl fikirlər və nəzəriyyələr, məsələn: Harlendedd (2010) qeyd olunanlar haqqında müəyyən biliyə və anlayışa malikdirlər. Bu biliklərə kainatın tarixi və miqyası haqqında anlayışımız, maddənin hissəcik modeli və təbii seleksiya ilə baş verən təkamül nəzəriyyəsi kimi biliklər daxildir. Əsas izahedici fikirlərin bu nümunələri təsviri səciyyə daşıyır və hesab edilir ki, təbiət elmləri üzrə biliyə malik olan bir şəxs üçün bütün təməl fikir və nəzəriyyələri hərtərəfli qeyd etməyə ehtiyac yoxdur. Bundan əlavə, bu sahələrdən hər hansı birində təbiət fənninin həm məzmunu, həm də praktikasını üzrə qiymətləndirmə zamanı nəzərə alınmalı olan inkişaf iyerarxiyası mövcuddur (Alonzo and Gotwals, 2012).

76. Cədvəl 6-da bu meyarları tətbiq etməklə seçilmiş məzmun bilikləri kateqoriyaları və nümunələr təqdim edilir. Bu nümunələr bütün məlumatları hərtərəfli əks etdirməsə də, bu cür biliklər təbii dünyanı dərk etmək və təcrübələri şəxsi, lokal, milli və global kontekstlərdə başa düşə bilmək üçün lazımdır. Çərçivə sənədində məzmun biliyinin təsviri zamanı “elmlər” əvəzinə “sistemlər” terminindən istifadə olunur. Məqsəd vətəndaşların fizika və həyat elmləri, yer və kosmik elmlərə aid anlayış və biliklərinin bir-birindən asılı və ya fənlərarası əlaqədə olduğu kontekstlərdə tətbiqini başa düşməli olduqları fikrini çatdırmaqdır. Alt sistem kimi qəbul edilən hadisələr daha kiçik miqyasda bütöv sistemlər kimi nəzərdən keçirilə bilər. Məsələn, qan-damar sistemi özlüyündə bütöv bir varlıq olduğu halda insan bədəninin alt sistemidir; bir molekul həm atomların sabit konfigurasiyası kimi, həm də hüceyrənin və ya qazın alt sistemi kimi öyrənilə bilər. Beləliklə, təbiət fənni üzrə bilik və kompetensiyaların tətbiqi hansı sistemin hansı kontekstdə tətbiq olunduğunu nəzərə almağı tələb edir.

77. Bundan əlavə, bəşəriyyətin üzləşdiyi bir çox müasir problemləri və insanların planetə təsirini başa düşmək üçün canlı orqanizmlərin bir-birlərindən qarşılıqlı asılı olduğunu bilmək lazımdır. Bu bilik yırtıcıların əhəmiyyətini, arıların vacibliyini və ya meşələrin qırılmasının mənfi təsirini izah edir.

Cədvəl 6. PISA 2025-də təbiət elmləri üzrə ümumi biliklər

Fiziki sistemlər:

Maddənin quruluşu və xassələri (məsələn, hissəcik modeli, kimyəvi rabitə, aqreqat halının dəyişməsi, istilik və elektrik keçiriciliyi);

Maddənin kimyəvi dəyişiklikləri (məsələn, kimyəvi reaksiyalar, enerji ötürülməsi, turşular/əsaslar);

Hərəkət və qüvvələr (məsələn, sürət, sürtünmə) və məsafədən təsir (məsələn, maqnit, cazibə və elektrostatik qüvvələr və qarşılıqlı təsirlər);

Enerji və onun ötürülməsi (məsələn, saxlanması, sərf edilməsi, kimyəvi reaksiyalar);

Enerji və maddə arasındakı qarşılıqlı təsirlər (məsələn, işıq və radio dalğaları, səs və seysmik dalğalar, radiasiyanın karbon qazı tərəfindən udulması).

Canlı sistemlər:

Orqanizm anlayışı (o cümlədən heyvanlar, bitkilər və mikroorqanizmlər (məsələn, viruslar, bakteriyalar);

Genlər (məsələn, ekspressiyası, irsiyyət/varislik, biotexnologiya) və onların ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqəsi;

Hüceyrələr (o cümlədən quruluşu və funksiyası, enerji, tənəffüs (karbon oksidləşdirici), fotosintez (karbonun fiksasiyası), böyümə və s.);

Bitki və heyvan sistemləri, onların sağlamlığı və mühafizəsi (məsələn, qan dövrəni/qan-damar sistemi, çoxalma, tənəffüs, ifrazat, həzm/qidalanma) və əlaqəli qarşılıqlı əlaqələr;

Bioloji təkamül (biomüxtəliflik, genetik variasiya, uyğunlaşma və təbii seleksiya); Ekosistemlər (məsələn, maddə və enerji axını, qida zəncirləri, yaşayış mühiti və onun korlanması, məsələn, çirklənmə);

Biosfer (məsələn, global ekosistemdə davamlılıq);

İnsanların qarşılıqlı əlaqələri və onların ətraf mühitə, digər növlərə və davamlılığa təsiri və onun nəticəsi.

Yer və kosmik sistemlər:

Yer sistemlərinin strukturu (məsələn, atmosfer, hidrosfer, geosfer, məsələn, plitələrin tektonikası, seysmologiya);

Mineral ehtiyatların məhdud təbiəti, onların istifadəsi və istismarının ətraf mühitə təsiri.

Yer sistemlərində enerji (məsələn, mənbələri, global istiləşmə, plitələrin tektonikası, geoloji dövrə, su dövrəni);

Su ehtiyatları və onların mühafizəsi (məsələn, şirin su ehtiyatları və yeraltı su təbəqələri);

Yer sistemləri arasında qarşılıqlı təsir və dəyişikliklər (məsələn, iqlim dəyişikliyi, geokimyəvi dövrən, konstruktiv və dağıdıcı tektonik qüvvələr, okeanların turşulaşması);
 Yer tarixi (məsələn, fosillər, mənşəyi, təkamül, eroziya və çökmə);
 Kosmik fəzada Yer (məsələn, Ayın fazaları, Günəş sistemi, qalaktikalar);
 Kainatın və Günəş sisteminin mənşəyi (məsələn, ulduzların təkamülü, planetlərin əmələ gəlməsi, "Böyük Partlayış" nəzəriyyəsi).

78. Təbiət elmləri üzrə biliyə malik olan bir şəxs anlayır ki, bilik bazasının qurulması məzmun bilikləri ilə yanaşı, bir-biri ilə əlaqəli olan praktiki fəaliyyətlərdən də asılıdır ((Milli Araşdırma Şurası, 2012). Bura aiddir:

- a. Maddi dünya haqqında sualların soruşulması
- b. Modellərin hazırlanması və istifadəsi
- c. Araşdırmaların planlaşdırılması və icrası
- d. Məlumatların təhlili və şərh
- e. Riyazi və hesablama təfəkkürünün istifadəsi
- f. İzahlar
- g. Dəlillərə əsaslanan müzakirə
- h. Məlumatın əldə edilməsi, qiymətləndirilməsi və çatdırılması

79. Bu fəaliyyətlər ya prosedural, ya epistemoloji, ya da hər iki biliyi tələb edir ki, bunlar haqqında da ətraflı məlumat verilmişdir.

Prosedural bilik

80. Elmin əsas məqsədi maddi dünyanın izahlı təsvirini yaratmaqdır. Belə təsvirlər əvvəlcə hazırlanır və sonra təcrübi tədqiqatlar vasitəsilə yoxlamadan keçirilir. Bu tədqiqatlar asılı və asılı olmayan dəyişənlər, dəyişənlərə nəzarət, ölçmə növləri, xəta formaları, xətanın azaldılması üsulları, verilənlərdə müşahidə olunan ümumi qanunauyğunluqlar və məlumatların təqdim edilməsi üsulları kimi müəyyən edilmiş biliyə əsaslanır. Bu məlumatların toplanması, təhlili və şərhinin əsasını təşkil edən elmi araşdırma üçün vacib olan anlayışlar və prosedurlar haqqında olan biliklərdir. Bu cür biliklər "sübut konsepsiyaları" (Gott, Duggan, & Roberts, 2008; Millar, Lubben, Gott, & Duggan, 1995) adlandırılan prosedural biliklər məcmusunu

81. Prosedural biliklər dedikdə elm adamlarının etibarlı və əsaslı məlumatlar əldə etmək üçün istifadə etdiyi standart prosedurlar və təcrübələr haqqında olan bilikləri düşünmək olar. Bu cür biliklər həm elmi araşdırma aparmaq, həm də verilənlərdən irəli gələn iddiaları sübut etmək üçün istifadə oluna biləcək sübutlara tənqidi baxış üçün lazımdır. Şagirdlər bilməlidirlər ki, təbiət fənni üzrə bilik müxtəlif dəqiqlik dərəcəsinə malikdir və işıq sürətini ölçərkən (daha dəqiq cihazlarla dəfələrlə ölçülür) yaranan dəqiqliklə Şimali Atlantikada balıq ehtiyatlarının və ya Kaliforniyadakı pumanın populyasiyasının ölçülməsi arasındakı fərqi izah etməyi bacarmalıdır. Cədvəl 7-də sadalanan nümunələr yoxlanıla bilən prosedural biliklərin ümumi xüsusiyyətlərini əks etdirir.

Cədvəl 7. PISA 2025 Prosedural bilik

Prosedural bilik

Dəyişənlər anlayışı, o cümlədən asılı, asılı olmayan və idarəedici (kontrol) dəyişənlər;
 Ölçmə anlayışları, məsələn, kəmiyyət [ölçmələr], keyfiyyət [müşahidələr], şkaladan istifadə, kateqoriyalı və davamlı dəyişənlər;
 Təkrar ölçmələrin aparılması və nəticə ortalamasının hesablanması yolu ilə qeyri-dəqiqliyin qiymətləndirilməsi və minimuma endirilməsi üsulları;
 Dəqiqliyi (eyni kəmiyyətin təkrar ölçüləri arasında uyğunluğun yaxınlığı) və verilənlərin düzgünlüyünü (ölçülmüş kəmiyyətlə ölçünün həqiqi dəyəri arasında uyğunluğun yaxınlığı) təmin edən metodlar;
 Cədvəllər, qrafiklər və diaqramlar vasitəsilə məlumatların çıxarılması və təqdim edilməsinin ümumi yolları və onlardan məqsəduyğun istifadə;
 Qeyri-dəqiq nəticələrin qarşısını almaq və səbəblərini müəyyənləşdirmək üçün dəyişənlərə nəzarət strategiyası və onun eksperimental layihədə rolu və ya təsadüfi seçim əsasında nəzarət olunan sınaqların tətbiqi;
 Qoyulan elmi sualı nəzərə alaraq onun tədqiqi üçün uyğun layihənin eksperimental, sahə əsaslı və ya nümunə axtarışına yönəlmiş layihə olduğunu müəyyənləşdirmək; səbəb-nəticə əlaqəsini qurmaq üçün nəzarət vasitələrinin rolu;
 Biliyin etibarlı olduğundan əmin olmaq üçün elmi ictimaiyyət tərəfindən istifadə olunan ekspert yoxlamaları.

Epistemoloji bilik

82. Epistemoloji bilik – təbiət elmləri üzrə biliyin formalaşması prosesində zəruri olan forma və xüsusiyyətlər və onların fənn vasitəsilə əldə edilən biliyin əsaslandırılmasında rolu haqqında olan bilikdir. Belə ki, epistemoloji bilik alimlərin məşğul olduğu prosedural və təcrübələrin, elmi araşdırmaların quruluş və müəyyənəddici xüsusiyyətləri haqqında biliklərin, elmin təbiət haqqında irəli sürdüyü iddiaların, bir sözlə, elmi biliklərin şərhinin və izahının məntiqi əsasını təşkil edir. Prosedural və epistemoloji biliklər arasındakı fərqlə nümunə olaraq demək olar ki, dəyişənlərə nəzarət strategiyasının nə olduğunu izah edə bilmək prosedural, bu strategiyanın və ya təkrar ölçmələrin nə üçün təbiət fənni üzrə biliklərin formalaşmasında mərkəzi rola malik olduğunu izah edə bilmək isə epistemoloji bilikdir.

83. 15 yaşlı təhsilənlər maddənin hər hansı hissəcik modelinin onun sadələşdirilmiş təsviri olduğunu bilməli və Bor modelinin atom və onun tərkib hissələri haqqında bildiklərimizin məhdud, lakin vaxtilə ən yaxşı modeli olduğunu izah edə bilməlidirlər. Onlar bilməlidirlər ki, istər təsviri, abstrakt, istərsə də riyazi

modellərin qurulması təbiət fənninin əsas xüsusiyyətidir və bu cür modellər maddi dünyanın dəqiq təsvirindən daha çox xəritəyə bənzəyir. Modelin əsas məqsədi hadisənin özünü təkrarlamaqdansa, onu başa düşməyə kömək edən təqdimat yaratmaqdır (Elgin, 2017). Yaxşı hazırlanmış modellər həm də hipotez və proqnoz verməyə imkan yaradır.

84. Təbiət fənnini oxuyan 15 yaşlı təhsilalan həmçinin başa düşür ki, elm adamları iddiaları bilik səviyyəsinə qaldırmaq üçün məlumatlardan istifadə edirlər. Onlar eyni zamanda bilməlidirlər ki, arqumentlər təbiət elmlərinin xarakterik xüsusiyyətidir və onların müxtəlif növləri mövcuddur. Məsələn, elmdə bəzi arqumentlər hipotetik-deduktivdir (məsələn, Kopernikin heliosentrik sistem üçün arqumenti), bəziləri induktivdir (enerjinin saxlanması), bəziləri isə mövcud dəlillərə əsaslanan ən yaxşı şərhəldən (Darvinin təkamül nəzəriyyəsi və ya Vegenerin hərəkət edən qitələr haqqında arqumenti) çıxarılan nəticədir.

85. Təbiət fənnini oxuyan 15 yaşlı təhsilalan elmi araşdırmanın müştərək və kollektiv işi olduğunu bilir və onun etibarlı biliyin inkişafında əsas rolu haqqında anlayışa malik olur. Onlar dəyişənlərə nəzarət strategiyasının əsaslı biliyin formalaşmasına necə imkan verdiyini izah edə bilirlər. Bir sözlə, müşahidə olunan təsir müstəqil dəyişən kimi xarakterizə edilə bilər. Onlar ekspert yoxlamasının elmi ictimaiyyətin yeni biliklərə dair iddiaları sınamaq və konsensusa nail olmaq üçün yaratdığı mexanizm kimi rolunu və əhəmiyyətini bilirlər; onlar bilirlər ki, xətlər və səhvlər elmə xas xüsusiyyətdir; bütün yeni elmi tapıntılar bu sahədə mütəxəssis olan digər alimlər tərəfindən yoxlanılır; yalnız yoxlamadan keçən nəticələrə etibar etmək olar; və bu sahədə *Science (Elm)*, *Nature (Təbiət)*, *Cell (Hüceyrə)*, *the Lancet (Nəşər)*, *New England Medical Journal (Yeni İngiltərə Tibb Jurnalı)* və s. kimi jurnallar mövcuddur. Onlar, məsələn səhvlərin minimallaşdırılmasında və etibarlı biliyin yaradılmasında ekspert yoxlamasının və təkrarlanmanın məqsədini izah edə bilirlər. Onlar izah edə bilirlər ki, elmdə istifadə olunan “nəzəriyyə” anlayışı gündəlik dildə “təxmin” və ya “intuisiya” sözləri üçün sinonim kimi istifadə edilən “nəzəriyyə” anlayışı ilə eyni deyil.

86. Cədvəl 8 epistemoloji biliyin əsas xüsusiyyətlərini ehtiva edir. Epistemoloji biliyin kökündə dörd element durur: elmdə modellərin rolu haqqında bilik, elmdə məlumat və sübutların rolu haqqında bilik, elmi mülahizələrin təbiəti haqqında bilik və elmi araşdırmanın müştərək və kollektiv işi olduğu haqqında bilik.

Cədvəl 8. PISA 2025 Epistemoloji bilik

Epistemoloji bilik

Elmin strukturu və müəyyənədiçi xüsusiyyətləri. Bura daxildir:

Elmi müşahidələrin, faktların, fərziyyələrin, modellərin və nəzəriyyələrin təbiəti;

Texnologiyadan (insan ehtiyaclarının optimal həllini təmin etmək) fərqli olaraq elmin məqsəd və hədəfləri (təbii dünyanın əsaslı şərhini vermək və gələcək hadisələri proqnozlaşdırmaq);

Elmin dəyərləri, məsələn ekspert yoxlamasından keçən nəşrə, obyektivliyə və qərəzliliyin aradan qaldırılmasına dair öhdəlik.

Daha dəqiq desək, bu, aşağıdakıları başa düşməyi tələb edir:

Modellər

Elmdə fiziki, konseptual, sistem və riyazi modellərdən, məsələn maddənin hissəcik modelindən istifadə edərək maddi dünya anlayışının necə qurulduğunu;

Model və reallıq arasındakı fərqi, məsələn modelin gözlə görmək üçün çox kiçik və ya təsəvvürdə canlandırmaq üçün çox böyük olan bir əşyanın təsviri olduğunu; məsələn atomun Bor modeli.

Modellərin proqnozları və şərtləri necə təmin etdiyini; məsələn, Günəş-Yer yerdəyişməsi modeli.

Modellərin məhdudiyyətlərinin (məsələn, dəyişənlərin sayı, sadə və mürəkkəb modellər, verilənlərin keyfiyyəti) onların istifadəsini necə məhdudlaşdırdığını.

Elmi iddialarda verilənlər və sübutlar

Elmi iddiaların elmdə verilənlər, metodlar, mühakimə və qiymətləndirmə ilə necə dəstəkləndiyi;

Elmi sübutların necə yarandığı, məsələn alimlər tərəfindən həyata keçirilən təcrübələrin xarakteri;

Ölçmə xətasının elmi biliyə olan etibara necə təsir etdiyi.

Elmi mühakimənin xüsusiyyəti

Empirik sorğunun müxtəlif formalarından bəziləri, məsələn, eksperiment, sahə üzrə iş və onun rolu, idarə olunan təcrübələr, nümunə axtarışı;

Biliyin yaradılmasında istifadə edilən mühakimə növləri (deduksiya, abduksiya, induksiya, ehtimal düşüncəsi) və onların məqsədi (izahedici fərziyyələri yoxlamaq və ya nümunə və varlıqları müəyyən etmək) və hər birinə aid nümunələr, məsələn. Nyutonun hərəkət qanunları*(deduksiya), Mendel genetikası (induksiya), Təkamül nəzəriyyəsi (abduksiya)

Elmi təcrübədə ortaya çıxan etik dilemmalar, məsələn heyvanlar üzərində təcrübələr, maraqların toqquşması;

İctimai və texnoloji məsələlərin və onların həddlərinin müəyyən edilməsində və həllində digər bilik formaları ilə yanaşı, elmi biliyin rolu.

Təbiət elmlərinin müştərək və kollektiv xüsusiyyəti

Xüsusi elmi tədqiqatların necə maliyyələşdirildiyi və dəstəkləndiyi, məsələn dövlət tərəfindən, özəl sektor və qərar vermə mexanizmləri;

İnamın təmin edilməsində konsensusun əhəmiyyəti;

Ekspert yoxlamasının elmi iddialara inam yaratmağa necə kömək etdiyi və elmi cəmiyyətdən asılı olması;

Ortaq biliklər formalaşdırmaq üçün alimlər tərəfindən həyata keçirilən əsas elmi təcrübələr, onların rolu və müştərək xarakteri;

Elmi tapıntılarda əminlik və qətiyyətin sərhədləri, onun necə ifadə olunduğu, əminliyin artırılması və konsensusun rolu;

Elmi nəticələrin kollektivə və ictimaiyyətə necə çatdırılması (məsələn ilkin nəşrlər, ekspert yoxlamasından keçən jurnallar, ictimai ünsiyyət).

87. Epistemoloji bilik, əsasən, şagirdin Cədvəldəki xüsusiyyətləri başa düşüb-düşmədiyini birbaşa qiymətləndirməkdənsə, bəzi epistemoloji biliklər tələb edən sualı şərh etmək və cavablandırmaq tələb olunan kontekstdə pragmatik olaraq yoxlanılır. Məsələn, şagirdlərdən nəticələrin məlumatlarla əsaslandırılıb-əsaslandırılmadığını və ya hansı dəlilin irəli sürülən fərziyyəni daha yaxşı dəstəklədiyini müəyyənləşdirmək və bunun səbəbini izah etmək tələb oluna bilər.

Elmi identifikasiya

88. PISA 2025 təbiət kompetensiyası və onun nəticələrinə əsas ölçü kimi şəxsiyyətin konstruksiyasının daxil edilməsi bu prinsipə əsaslanır ki, elmi biliyin və kompetensiyaların şagirdlərin gələcəyi üçün vacib və dəyərli olduğu kimi, identifikasiya nəticələri də sürətlə dəyişən dünyada vasitəçilik və fəal vətəndaşlığı dəstəkləmək üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Belə nəticələr gənclərin elmə bağlılıq hiss etmələri, özlərini tanımaları və başqaları tərəfindən elmlə maraqlanan/səriştəli (Carlone & Johnson, 2007) kimi qəbul edilmələri və gündəlik həyatlarında önəmli istehlakçılar və qərar qəbul edənlər kimi elmlə məşğul olmalarından irəli gəlir (Bell et al., 2018).

89. Gənclərin özlərini elmlə maraqlanan və ona dəyər verən fərdlər kimi görmələri və elmi düşüncə tərzini Elmi identifikasiyanın strukturuna daxildir. PISA 15 yaşlı təhsilalanların dünya ilə elmi əlaqə yaratmaq üçün bilik və kompetensiyalarını qiymətləndirməyi hədəfləyir ki, bu da gənclərin vasitəçiliyi, elmə olan münasibəti və verdiyi dəyəri ölçmədən natamam olardı. Bir sözlə, əgər təbiət elmləri üzrə bilik və bacarıqlar düşüncə tərzini və dünyada var olma kimi dəyərləndirilməsə, təbiət fənninin tədrisi əsas məqsədlərindən birinə nail ola bilməz. 15 yaşlı təhsilalanların bu cür biliklərdən istifadə etmək qabiliyyətinə daha çox diqqət yetirən “Elmi məlumatları araşdırmaq, qiymətləndirmək, və onlardan qərar qəbulu və fəaliyyət üçün istifadə etmək” adlı yeni kompetensiyanın daxil edilməsini nəzərə alaraq qeyd etmək olar ki, Elmi identifikasiyanın bu xüsusiyyətlərinin nəzərə alınması getdikcə daha çox əhəmiyyət kəsb edir. Əgər elmin ümumi istifadəsinə töhfə verəcək bir əlaqə yoxdursa, onu “bilmək” kifayət deyil.

90. İdentifikasiyanın konstruksiyası təbiət fənninə və təbiət dərslərində baş verən hadisələrə qısamüddətli münasibət və emosional reaksiya mülahizələrindən kənara çıxır, elmlə sıx əlaqəni və sosial-mədəni strukturları, mənlik hissini bünövrəsini qoyan ünsiyyətləri əhatə edən daxili mənin inkişafı prosesləri baxımından daha uzunmüddətli istəkləri formalaşdırır (Ashbacher et al., 2014). Bu konstruksiya təbiət fənninin azlıqlardan, mədəni və etnik cəhətdən müxtəlif olan şagirdlərdən (o cümlədən yerli şagirdlər və mühacir icmalardan

olanlar) ibarət siniflərdə tədrisi təcrübəsini şərh etməkdə güclü vasitədir (Calabrese Barton et al., 2013). Beləliklə, o, məktəblərdə şagirdlərin elmlə qarşılıqlı əlaqəsinə dair güclü tənqidi və sosial ədalət perspektivini və eyni zamanda, PISA üçün milli və qlobal səviyyədə təbiət kompetensiyaları haqqında hesabat verməkdə mühüm perspektiv təmin edir (Archer et al., 2017; Archer, DeWitt & Osborne, 2015). Bütün şagirdlərin təbiət fənni ilə identifikasiyasının öyrənmə prosesinə müsbət təsir etdiyi bildirilir.

91. Buna baxmayaraq, identifikasiyanın konstruksiyası mürəkkəbdir. Ölçmə nöqteyi-nəzərindən o, qavrayışlar, meyllər, dəyərlər və münasibətlə/təsirlə əlaqəli bir sıra konstruksiyaları əhatə edir. Bunlara şagirdlərin təbiətdə kompetensiya qavrayışının ölçüsü olan mənlilik konsepsiyası (Jansen et al., 2015); gündəlik həyatda təbiətlə əlaqəli tapşırıqları yerinə yetirmək bacarığının qavranılmasının ölçüsü olan müstəqil effektivlik (Bandura, 1997); şagird vasitəçiliyi; motivasiya; epistemoloji inanclar; və elm kapitalı (Archer, Dawson, DeWitt, Seakins & Wong, 2015) daxildir. Müstəqil və kollektiv effektivlik gənclərin cari məsələlər üzərində işləyə biləcəklərinə inanıb-inanmamalarını və bunu nə dərəcədə bacardıqlarını müəyyən etməyə kömək edən əsas bacarıqlardır.

92. Elm kapitalı mədəni və sosial kapitalın elmlə əlaqəli formalarına istinad edən sosioloji konstruksiyadır (Bourdieu, 1992, 2010). Ölçmə nöqteyi-nəzərindən o, dörd əsas komponentin qarışığı kimi qiymətləndirilir: (i) elmlə bağlı bilik və anlayışlar; (ii) elmlə əlaqəli münasibət və meyllər (məsələn, elmə bağlı olduğunu hiss etmək; məktəb elmini gündəlik həyatla əlaqəli görmək); (iii) asudə vaxt/məmnunluq üçün elmlə məşğul olmaq (məsələn, elmlə əlaqəli sosial mediadan istifadə etmək); və (iv) elmlə əlaqəli sosial kapital (məsələn, elmə maraq göstərən insanları tanımaq; elm maraqlarını inkişaf etdirmək və həyata keçirmək üçün başqaları tərəfindən dəstəklənmək) (Archer et al., 2015). Birlikdə elm kapitalının bu elementləri gənclərin elmlə identifikasiyasını dəstəkləyir, yəni onların sosial kontekstdə özlərini necə bir “elm adamı” kimi gördüklərini və elmi öz geniş dairələrində tənqidi şəkildə qiymətləndirə və istifadə edə biləcəklərini əhatə edir. PISA 2015 üçün əsas ölçü vahidi olan münasibətlər bu identifikasiya çərçivəsinə daxil edilir.

93. Yanaşmalar arasında olan əsas fərq (Gardner, 1975; Osborne, Simon, & Collins, 2003; Tytler, 2014) elmə olan münasibətlə və elmi münasibət arasındakı fərkdir. Birincisi elmi məsələlərə və fəaliyyətlərə göstərilən maraq səviyyəsi ilə ölçülürsə, ikincisi elmi düşüncə və iş üsullarını dəyərləndirmək meylinin ölçüsüdür ki, bura eyni zamanda, iddia irəli sürməyin, şərh verməyin və qərar qəbul etməyin təməlini təşkil edən dəlillərə hörmətlə yanaşmaq da daxildir.

94. Bununla belə, belə ikili fərqlin olması qeyri-adekvatdır. Məsələn, son vaxtlar alimlərin işinin estetik ölçülərinə (Wickman, 2006) və məktəbdə tədris olunan təbiət fənninin müxtəlif aspektlərinə, məsələn təbiət hadisələrinə, həşəratlar kimi spesifik canlı varlıqlara, televizorun işinə, ayın fazalarının izahına, verilənlərin dəyişdirilməsi yollarına və ya elmi müzakirənin sübuta əsaslanma xassəsinə şagirdlərin verdiyi təqdir, maraq, heyran və hətta hörmət hissi kimi reaksiyalara (Anderhag, Hamza & Wickman, 2015; Jakobson & Wickman, 2008; Wickman, Prain & Tytler, 2021) maraq yaranmışdır. Elmi estetikanın qurulması mənə və hiss arasında davamlılığın mövcud olduğunu vurğulayır (Dewey, 1929/1996; Lemke, 1990; 2015) və bütün konseptual proses bəzi estetik öhdəlikləri ehtiva edir. Məsələn, Riçard Doukinz (1997) “müasir elmin yarada biləcəyi onurğaları titrədən, nəfəs kəsən heyranət hissini” təsvir edir. Çarlz Darvin həyatın əzəmətini öz məşhur təbii seleksiya nəzəriyyəsində vurğulamışdır (Darvin, 1968).

95. Bundan əlavə, məlumdur ki, müntəzəm olaraq heyran olmağa meyilli olan şəxslər anlaşılmazlığa və qeyri-müəyyənliyə qarşı tolerant olurlar (Shiota, Keltner, & John, 2006). Gottlieb və başqaları (2018) yazırlar ki, heyranlıq hissi elmin necə işlədiyini daha dəqiq başa düşməkdən, kreasionizmin və əsassız teleoloji izahatların rədd edilməsindən xəbər verir. Buna görə də Elmi identifikasiyanın inkişaf etdirilməsi elm üçün “zövqün” inkişafı kimi nəzərdən keçirilə bilər (Anderhag, 2017, Burdyedən istinad, 1984). Bu, psixologiyaya dair ədəbiyyatda idrak və təsir arasındakı qarşılıqlı əlaqəni göstərən fikirlərə uyğun gəlir (Hidi, Renninger & Krapp, 2004; Schiepe-Tiska, 2016).

96. Ekoloji böhranlar global narahatlıq doğurur. Şagirdlərin gündəlik həyatında ətraf mühitə olan təhlükələr, o cümlədən mediaya artan diqqət getdikcə daha aydın görünür. Şagirdlərdən elmi bilikləri əhatə edən və şəxsi qərar qəbul etmə və fəaliyyət tələb edə bilən mürəkkəb ekoloji problemləri anlamaq və onların həlli yollarını araşdırmaq tələb olunur. Antroposendə ekoloji problemlər haqqında bilikli olmaq, narahatlıq keçirmək və ümidli olmaq fəaliyyətin vacib komponentləri sayılır (Li & Monroe, 2017; 2019; Ojala, 2015) və PISA 2025 identifikasiya konstruksiyasının bir hissəsidir.

97. PISA 2025-də Elmi identifikasiya konstruksiyası koqnitiv və qeyri-koqnitiv alətlərlə ölçüləcək elementlərdən – 21-ci əsrdə mövcud həyata aid olan kompetensiyaların qiymətləndirilməsi ehtiyacını əks etdirən və qərarların qəbulu və vasitəçilik üçün elmi məlumatlardan istifadə etmək bacarığını xüsusilə vurğulayan, Elmi identifikasiyaya töhfə verən bir sıra elementlərdən istifadə edir.

PISA 2025 üçün Elmi identifikasiyanın müəyyənləşdirilməsi

98. PISA 2025 qiymətləndirməsi Elmi identifikasiyanın aşağıdakı elementlərini qiymətləndirəcək:

Elm kapitalı & Epistemoloji inanclar

1. Elm kapitalı (elmlə bağlı biliklər, elmlə əlaqə və sosial kapital)
2. Epistemoloji inanclar – elmin və elmi araşdırmanın ümumi dəyərləri

Elm kapitalı: yanaşmalar və meyllər

Elmin mənlilik konsepsiyası (gələcək elmi fəaliyyət də daxil olmaqla özünü elmə bağlı hiss etmək)

4. Elmin müstəqil effektivliyi

5. Elmdən zövq almaq

6. Instrumental motivasiya

Ekoloji maarifləndirmə, problemlər və fəaliyyət

7. Ətraf mühit haqqında məlumatlılıq

8. Ətraf mühitlə bağlı narahatlıq

9. Ətraf mühitlə bağlı fəaliyyət

99. Bu sahələr təbiət fənni üzrə təhsilli bir şəxsin mühüm fərqləndirici xüsusiyyətləri olduğuna görə ölçmə üçün seçilmişdir.

100. Elm kapitalı fərdin elmi bilik dərəcəsinin həm formal, həm də qeyri-formal elmi xarakterli fəaliyyətlərlə məşğul olmasının, yanaşma və meyllərinin, elmi iş haqqında məktəbdən kənarda əldə etdiyi bilik və anlayışın (məsələn, əgər onların valideynləri elm sahəsində çalışırlarsa və ya elmi fəaliyyətləri varsa) qeyri-təbii ölçüsüdür.

101. Cədvəl 9-da göstərilən epistemoloji inanclar şagirdlərin elmi perspektivləri və elmi tədqiqata təkan verən obyektlərin, məhsulların və proseslərin qiymətləndirməsini əhatə edən araşdırmaya olan yanaşmalarını dəyərləndirməsi ilə sıx bağlıdır. İdentifikasiyanın bu ölçüsünə daxildir: maddi dünyaya verilən şərtləri əsaslandıran dəlillərə inanmaq; qeyri-müəyyənlik və risk anlayışlarını qəbul etmək; hər hansı bir fikrin əsaslı olduğunu müəyyən etmək üçün sübuta əsaslanan argument və mübahisəni dəyərləndirmək; və lazım gəldikdə araşdırmaya olan elmi yanaşmaya sadıq qalmaq.

102. Epistemoloji inancların bir hissəsi olaraq “qərar qəbul etmək və fəaliyyət göstərmək üçün elmi məlumatı araşdırmaq, qiymətləndirmək və istifadə etmək” kompetensiyası üçün tənqidi mövqə tələb olunur. Elmdə tənqidi mövqenin şagirdlərin inkişafında arzuolunan elementləri bunlardır: elmin tənqidi istifadəçisi olmaq qabiliyyəti və özünə inam; biliyin çoxsaylı formalarını əhatə edən qərarların qəbul edilməsində elmdən öz intellektual alətlərinin bir hissəsi kimi istifadə etmək meyli; elmə aid məsələlərlə bağlı rəqabətçil dəyərlərin və bilik iddialarının tanınması; elm və texnologiyanın inkişafı və onun tətbiqinə dair bərabərlik

məsələləri ilə bağlı narahatlıq və elmi sübutlara dəyər verən elmi məsələlərdə əsaslandırılmış mövqe təqdim etmək.

103. Burada aktualıq kəsb edən məsələ bərabərlik və sosial ədalətə töhfə verən elmi həllərin layihələndirilməsi də daxil olmaqla ekoloji/davamlılıq problemlərinin müəyyən edilməsində və həllində elmin roluna dair tənqidi oriyentasiyanın olmasıdır. Bu ekoloji problemlərlə bağlı yaranan narahatlıqda planeti qoruyacaq tədbirlərdə və müvafiq elmi əsaslı fəaliyyət istəyində öz əksini tapır. Bu mövqe, xüsusilə, bir çox ekoloji problemlərin mürəkkəbliyini dərk etmək və müvafiq təcrübələr haqqında qərar qəbul etmək və ya onları təbliğ etmək üçün rəqabətçi elmi prinsipləri və sosial mülahizələri müəyyən etmək bacarığı ilə nümayiş etdirilir.

104. Cədvəl 10-da göstərilən elmə münasibət və meyillər şagirdlərin elm və texnologiyaya, xüsusən də, onlara təsir edən məsələlərə olan marağında, diqqətində və reaksiyasında mühüm rol oynayır. Təbiət fənninin tədrisinin məqsədlərindən biri şagirdləri elm və elmlə bağlı məsələlərlə məşğul olmağa sövq edən münasibətləri inkişaf etdirməkdir. Bu cür münasibət gənclərin həyatlarında qarşılaşacaqları şəxsi, lokal, milli və qlobal problemləri həll etmək üçün lazımdır. Elmə olan maraq nailiyyət qazanmaq və təbiət elmləri üzrə təhsil, karyera və ömür boyu öyrənmə arzuları ilə də müəyyən dərəcədə əlaqəlidir. Məsələn, elmi karyera quran insanların əksəriyyətində elmə marağın 14 yaşında yarandığını göstərən xeyli mənbə mövcuddur (Ormerod & Duckworth, 1975; Tai, Qi Liu, Maltese, & Fan, 2006). Bir çox İƏİT ölkələrində təhsilini fizika, mühəndislik və kompüter elmləri üzrə davam etdirməyi seçən şagirdlərin, xüsusən də, qızların sayı ilə bağlı narahatlıqlar elmə münasibətin ölçülməsini PISA qiymətləndirməsinin mühüm aspektinə çevirir.

105. PISA 2025-də ekoloji maarifləndirmə və ekoloji nikbinliyin əvvəlki konstruksiyaları dəyişdirilmiş və cədvəl 11-də göstərildiyi kimi, ətraf mühit haqqında məlumatlılıq, ətraf mühitlə bağlı narahatlıq, ətraf mühitlə bağlı fəaliyyət olaraq müəyyənləşdirilmişdir. Antropogen mənşəli iqlim dəyişikliyi, biomüxtəlifliyin itirilməsi və yaxın keçmişin qlobal pandemiyası və nəsillərarası ədalətə yönəlmiş gənclər hərəkətləri, məsələn gənclərin iqlimə görə etirazları kimi əsas çətinlikləri nəzərə alsaq, ekoloji kompetensiya, narahatlıq və fəaliyyət ilə əlaqəli identifikasiya ölçülərinin araşdırılmasına ciddi ehtiyac var. Görəsən, gənclər bu problemlərin həlli yollarının təmin edilməsində elmin əsas rol oynadığını nə dərəcədə başa düşürlər və nə dərəcədə özlərini şəxsi, lokal və qlobal səviyyədə bu məsələlərlə məşğul olmaq və müvafiq olaraq fəaliyyət göstərmək üçün məqbul hesab edirlər?

Cədvəl 9. Elm kapitalı və Epistemoloji inanclar

Elm kapitalı

Elmi identifikasiyanın bu ölçüsü aşağıdakılarla təyin edilir:

Bəzi elmi işlərin mahiyyətinin dərk edilməsi

Elmi fikirlərin ümumi bilik səviyyəsi

Özünü elmə bağlı və uyğun hiss etmək

Evdə və məktəbdə elmlə əlaqəli fəaliyyətlərə cəlb olunmaq

Elmlə maraqlanan insanlar haqqında məlumatlı olmaq və onlar tərəfindən dəstəklənmək

Epistemoloji inanclar

Elmi identifikasiyanın bu ölçüsü aşağıdakılarla təyin edilir:

Maddi dünyaya verilən şərtləri əsaslandıran dəlillərə inanmaq.

Lazım gəldikdə araşdırmaya olan elmi yanaşmaya sadıq qalmaq.

Tənqidin hər hansı bir fikrin doğruluğunu müəyyən etmək vasitəsi kimi dəyərləndirilməsi.

Elmi hadisələrə, əlaqəli modellərə və izahatlara marağın inkişaf etdirilməsi.

Digər məlumat mənbələri ilə müqayisədə elm adamlarının və sahə üzrə xüsusi ekspertlərin fikir birliyi ilə irəli sürdükləri iddialara etibar etmək

Qeyri-müəyyənliyin istənilən elmi araşdırmaya və onun nəticələrinə xas xüsusiyyət olmasını bilmək.

Elmi biliyin təkamül etdiyini və dəyişdiyini bilmək

Elmin sosial və ekoloji problemlərin həllinə mühüm töhfə verə biləcəyini anlamaq.

Cədvəl 10. Yanaşmalar və meyillər

Yanaşmalar və meyillər

Elmi identifikasiyanın bu ölçüsü aşağıdakılarla təyin edilir:

Elmlə əlaqəli məsələlərlə məşğul olmaq və həm elmdən, həm də digər bilik və ya dəyərlərdən istifadə edərək məsələləri tənqidi şəkildə nəzərdən keçirmək istəyi.

Şagird elmlə nə qədər yaxından tanışdır: elmlə əlaqəli hadisələrlə məşğul olmaq bacarığının özü və başqaları tərəfindən tanınması.

Şagird elmlə məşğul olduğunu necə dərk edir.

Şagirdlərin elmi karyera qurmağa və ya məktəbdən sonra elm öyrənməyə maraq səviyyəsi.

Şagirdlərin cəlb olunduqları sinifdən xaric və məktəbdən kənar elmi fəaliyyətlər.

Şagirdlər həm məktəbdə, həm də məktəbdən kənar təbiət elmlərini öyrənməyi nə dərəcədə sevirlər?

Cədvəl 11. Ekoloji maarifləndirmə, problemlər və fəaliyyət

Ekoloji maarifləndirmə, problemlər və fəaliyyət

Bu konstruksiya aşağıdakılarla təyin edilir:

Şəxsi və sosial cəhətdən aktual olan ekoloji problemlərə (o cümlədən ekoloji maarifləndirmə, narahatlıq və fəaliyyət) tənqidi, sübuta əsaslanan perspektivdən yanaşmaq.

Ekoloji problemlər haqqında məlumatlılıq və ekoloji cəhətdən davamlı fəaliyyətlərin əsasında duran elmi və sosial mürəkkəbliyin tanınması.

Ətraf mühit və davamlı həyat üçün narahatlıq və buradan qaynaqlanan bərabərlik və sosial ədalət məsələləri.

Davamlılıq təcrübələrində elmin və digər amillərin rolunun tənqidi qiymətləndirilməsi.

Ekoloji cəhətdən davamlı təcrübələr keçirmək və təşviq etmək meyli.

Elm və ətraf mühit anlayışına əsaslanan şəxsi fəaliyyət hissi.

106. Bu konstruksiyalardan bəziləri ilə bağlı əlavə təfərrüatları PISA 2025 anket sənədində və PISA 2015 çərçivə sənədini layihələndirən heyətin hazırladığı “Təbiət fənninə dair nəticələr: yanaşmalar, motivasiya, dəyər inancları, strategiyalar” (Schiepe-Tiska et al., 2016) kitabından əldə edə bilərsiniz.

5.

Qiymətləndirmənin xüsusiyyətləri**Koqnitiv tələb**

107. PISA 2025 çərçivə sənədinin əsas xüsusiyyəti fənnin qiymətləndirilməsi çərçivəsində və çərçivə sənədindəki hər üç kompetensiya üzrə koqnitiv tələb səviyyələrinin müəyyən edilməsidir. Qiymətləndirmə zamanı qarşıya çıxan empirik çətinlik çox vaxt koqnitiv tələblə qarışdırılır. Empirik çətinlik imtahan zamanı qoyulan sualı düzgün həll etməkdə müvəffəq olan imtahan iştirakçılarının ümumi sayına görə müəyyən edilir, yəni imtahan iştirakçılarının bir sualla bağlı ümumi bacarıqları qiymətləndirilir. Koqnitiv tələb isə mental prosesin bir növüdür (Davis & Buckendahl, 2011). Tələb olunan biliyin dərinliyinin, yəni şagirdlərdən gözlənilən koqnitiv tələbin sual tərtibatçıları və PISA çərçivə sənədinin istifadəçiləri tərəfindən aydın şəkildə başa düşülməsini təmin etməyi nəzərə almaq lazımdır. Məsələn, sual çox çətin ola bilər, çünki onun yoxladığı bilik geniş yayılmayıb, burada koqnitiv tələb sadəcə cavabı xatırlamaqdır. Və ya, əksinə, sual koqnitiv cəhətdən çətin ola bilər, çünki o, imtahan verəndən hər biri asanlıqla xatırlana bilən bir çox bilik elementlərini əlaqələndirməyi və nəzərdən keçirməyi tələb edir. Beləliklə, PISA imtahanı nəinki asan və daha çətin test tapşırıqlarını fərqləndirməlidir, həm də şagirdlərin bacarıqları əsasında koqnitiv tələbin müxtəlif səviyyələrində problemlərin öhdəsindən necə gələ biləcəyi haqqında məlumat verməlidir (Brookhart & Nitko, 2011).

108. Kompetensiyalar koqnitiv tələbi müəyyən edən bir sıra terminlərdən, məsələn “tanımaq”, “şərh etmək”, “analiz etmək” və “qiymətləndirmək” kimi feillərdən istifadə etməklə ifadə edilir. Bununla belə, özlüyündə bu fəllər hər hansı bir suala cavab vermək üçün tələb olunan biliyin çətinlik səviyyəsini mütləq ifadə etmir. Blum taksonomiyası ilk dəfə nəşr olunduqdan sonra (Bloom, 1956) koqnitiv tələbin sxemlərinin müxtəlif təsnifatları hazırlanmış və qiymətləndirilmişdir və aşağıda qısaca təsvir edilən çərçivə sənədləri PISA 2025 çərçivə sənədində bilik və bacarıqların tərtib edilməsinə xidmət etmişdir. Bunlar, əsasən, təhsil məqsədlərini və ya qiymətləndirmə tapşırıqlarını təsvir etmək üçün istifadə olunan bilik növlərinin və əlaqəli koqnitiv proseslərin təsnifatına əsaslanır.

109. Blumun yenidən işlənmiş taksonomiyası (Anderson & Krathwohl, 2001) biliyin dörd kateqoriyasını: faktiki, konseptual, prosedural və meta-koqnitiv müəyyən edir. Bu təsnifat bu bilik formalarını sistemli hesab edir və Blumun ilk taksonomiyasında istifadə olunan altı kateqoriyadan: xatırlama, anlama, tətbiq, təhlil, qiymətləndirmə və yaratmadan fərqləndirir. Anderson və Kratvolun çərçivə sənədində göstərilir ki, bu iki ölçü bir-birindən asılı deyil və bu, imkan yaradır ki, daha aşağı kateqoriyadakı bilik daha yüksək səviyyəli bacarıqlarla ötürülsün və ya əksinə.

110. Qiymətləndirmələr və biliyin şagirdlər tərəfindən mənimsənilməsinə olan gözləntilər arasındakı uyğunsuzluğu aradan qaldırmaq üçün Ueb (1997) tərəfindən hazırlanmış “Biliyin dərinliyi” sənədinə əsaslanan çərçivə sənədində başqa bir sxem də mövcuddur. Ueb hesab edir ki, dərinlik səviyyələri həm məzmunun mürəkkəbliyini, həm də tələb olunan müvəffəqiyyət göstəricisini nəzərə almaqla müəyyən edilə bilər. Onun sxemi dörd əsas kateqoriyadan ibarətdir: 1-ci səviyyə xatırlama, 2-ci səviyyə bacarıqlardan və/və ya konseptual biliklərdən istifadə, 3-cü səviyyə strateji düşüncə və 4-cü səviyyə geniş düşüncə. Koqnitiv fəaliyyətləri təsvir etmək üçün hər bir kateqoriyaya aid çox sayda feil mövcuddur. Bunlardan bəziləri birdən çox səviyyəyə daxildir. Bu çərçivə sənədi öyrənmə və qiymətləndirmə tapşırıqlarını bir bütöv kimi təqdim edir və hər hansı tapşırıq üçün tələb olunan həm məzmunun, həm də koqnitiv prosesin təhlilini tələb edir. Uebbin biliyin dərinliyi (BD) yanaşması SOLO Taksonomiyasının (Biggs & Collis, 1982) daha sadə, lakin daha operativ versiyasıdır və bu şagirdin beş müxtəlif mərhələ: ilkin struktur, tək strukturlu, çox strukturlu, əlaqəli və geniş mücərrəd anlama mərhələləri üzrə biliyi anlamasının müddətini təsvir edir.

111. Bu yaxınlarda Tekkumru-Kisa, Şteyn və Doyle (2020) tapşırıqların tələb səviyyələrindən bəhs edən və müxtəlif növ tapşırıqlar və elmi təcrübələrlə məşğul olmaq üçün lazım olan düşüncə səviyyəsini fərqləndirən bir sxem dərc etmişlər. Bu sxem daha yüksək səviyyəli tapşırıqların mahiyyəti, bu çərçivə sənədi üçün səciyyəvi olan tələblər və daha yüksək səviyyələrdə kompetensiyaları qiymətləndirə bilən suallar haqqında bəzi anlayışları təmin edir.
112. Məlumdur ki, belə bir çərçivə sənədini tərtib edərkən idrak iyerarxiyasına əsaslanan test suallarının hazırlanmasında çətinliklər yarana bilər. Bunlara aşağıdakılar aiddir:
- a. Test suallarını müvafiq koqnitiv çərçivələrə uyğunlaşdırmaq üçün həddən çox səy göstərilir ki, bu da zəif hazırlanmış tapşırıqlara gətirib çıxara bilər;
 - b. Qarşısına ciddi, koqnitiv cəhətdən tələbkar məqsədlər qoyan çərçivədə nəzərdə tutulan və faktiki tələblə standartı daha az idrak tələb edən şəkildə tətbiq edən tapşırıqlar arasında yanlış təsnifat;
 - c. Yaxşı müəyyən edilmiş və anlaşılan koqnitiv çərçivə olmadan sualların yazılması və tərtibi zamanı, adətən, çətinlik səviyyəsinə diqqət yetirilir, inkişaf edən kompetensiya nəzəriyyəsinə əsaslanmaq əvəzinə idrak prosesləri və bilik növlərindən məhdud diapazonda istifadə edilir.
113. PISA 2025 çərçivə sənədi üçün tətbiq edilən yanaşma koqnitiv tələbin tərifini hazırlayarkən bu çərçivələrdən istifadə etməkdir. Kompetensiyalar sənədin mərkəzi elementi olduğundan koqnitiv çərçivə onları şagirdin bacarıq diapazonunda qiymətləndirməli və hesabat verməlidir. Uebin Biliyin dərinlik səviyyələri koqnitiv tələb taksonomiyasını irəli sürür ki, burda suallarda istifadə olunan təhlil etmək, təşkil etmək, müqayisə etmək kimi verbal ifadələr vasitəsilə koqnitiv tələbi və həm də biliyin tələb olunan dərinliyinə dair gözləntiləri müəyyənləşdirmək tələb olunur.

Şəkil 2. PISA 2025 çərçivə sənədində koqnitiv tələb

		Kompetensiyalar			Biliyin dərinliyi		
		Hadisələri elmi cəhətdən izah edir	Elmi araşdırma layihələrini tərtib edir və qiymətləndirir, elmi məlumat və sübutları tənqidi şəkildə şərh edir	Qərar qəbulu və fəaliyyət zamanı elmi məlumatı araşdırır, qiymətləndirir və tətbiq edir	Aşağı	Orta	Yüksək
Bilik	Ümumi bilik						
	Prosedural bilik						
	Epistemoloji bilik						

114. Şəkil 2-də verilən cədvəldə sualları bilik və kompetensiyaların iki ölçüsü əsasında strukturlaşdırmağın sxemi təqdim edilir. Bundan əlavə, hər bir sual biliyin dərinlik taksonomiyasına əsaslanan üçüncü ölçü əsasında da tərtib oluna bilər. Bu, koqnitiv tələbi operativləşdirmək üçün bir vasitə təmin edir, çünki hər bir sual aşağıdakı tələblərə görə də təsnif edilə bilər:

Aşağı (A)

Bir faktın, terminin, prinsipin və ya konsepsiyanın xatırlanmasını və istifadəsini və ya qrafikdən və ya cədvəldən məlumatın vahid nöqtəsini tapmağı tələb edən bir mərhələli prosedurun həyata keçirilməsi. Bir mərhələli prosedur eyni zamanda bir meyardan istifadə etməklə növlərə ayırmanı, asanlıqla müşahidə oluna bilən, makroskopik xüsusiyyətlərlə təsnifatı, iddianı dəstəkləyən və ya dəstəkləməyən bir sübut elementinin müəyyən edilməsini və ya tanış kontekstlərdə fikrini izah edərkən gündəlik və ya məktəbdə öyrəndiyi sadə elmi anlayışlardan (məsələn, metal qaşığı qaynar suya qoyduqda niyə qızdığını) istifadə etməyi əhatə edə bilər.

Orta (O)

Hadisələri təsvir etmək və ya izah etmək, iki və ya daha çox

mərhələli müvafiq prosedurları seçmək, verilənləri sistemləşdirmək/nümayiş etdirmək, iddianı dəstəkləmək və ya sorğulamaq üçün sadə məlumat qruplarını və ya qrafikləri şərh etmək və ya onlardan istifadə etmək, tanış kontekstlərdə məhdud sübutlardan arqument qurmaq və ya tanış kontekstlərdə izahat vermək üçün standart modellərdən istifadə etmək üçün biliyin üç formasından (ümumi, prosedural, epistemoloji) hər hansı birinin tətbiq etmək. Koqnitiv nəzər nöqtəsindən bu ya bir ideya əsasında mühakimə yürüdərkən iki və ya daha çox mərhələnin istifadəsini, ya da, ümumiyyətlə, tanış kontekstlərdə bir mərhələdə iki ideyanın/məlumatın əlaqələndirilməsini tələb edir. İki və ya daha çox sübut əsasında onların uyğun və ya uyğun olmayan istifadəsini müəyyənləşdirir.

Yüksək (Y)

Daha mürəkkəb məlumatı və ya verilənləri təhlil etmək, sübutları birləşdirmək və ya qiymətləndirmək, verilmiş müxtəlif mənbələri əsaslandırmaq və təsdiqləmək, problemi araşdırmaq və onu həll etmək üçün plan və ya mərhələlər ardıcılığını hazırlamaq, mürəkkəb və ya mücərrəd anlayışlardan istifadə edərək qüsurlu arqumenti tənqid etmək. Koqnitiv nəzər nöqtəsindən bu əsaslandırmada iki və ya daha çox mərhələni, iki və ya daha çox ideyanın istifadəsini, fərqli iddiaların qiymətləndirilməsini, tanış olmayan kontekstlərdə təkziblərin və ya seçici elementlərin nəzərdən keçirilməsini və mənanı inkişaf etdirmək üçün iki və ya daha çox təsvir arasında əlaqə yaratmaq bacarığını tələb edir.

115. Beləliklə, bilik özü olduqca mürəkkəb olsa belə, sadəcə bir məlumatın xatırlanmasını tələb edən tapşırıqlar aşağı koqnitiv tələb yaradır. Bunun əksinə olaraq, birdən çox biliyin xatırlanmasını tələb edən və onların üstün cəhətlərinin müqayisəsini və qiymətləndirilməsini tələb edən tapşırıqlar yüksək koqnitiv tələbə malik hesab olunur. Buna görə də hər hansı bir sualın çətinliyi həm mürəkkəblik dərəcəsinin, həm də onun tələb etdiyi biliklərin diapazonunun və ya dərinliyinin, həm də sualı əməl etmək üçün tələb olunan koqnitiv əməliyyatların kombinasiyasından ibarətdir.

116. Beləliklə, təbiət fənni üzrə nailiyyətləri qiymətləndirən sualların qarşıya qoyduğu tələbləri müəyyən edən amillərə aşağıdakılar daxildir:

- Sualın tələb etdiyi bilik elementlərinin sayı və mürəkkəblik

dərəcəsi;

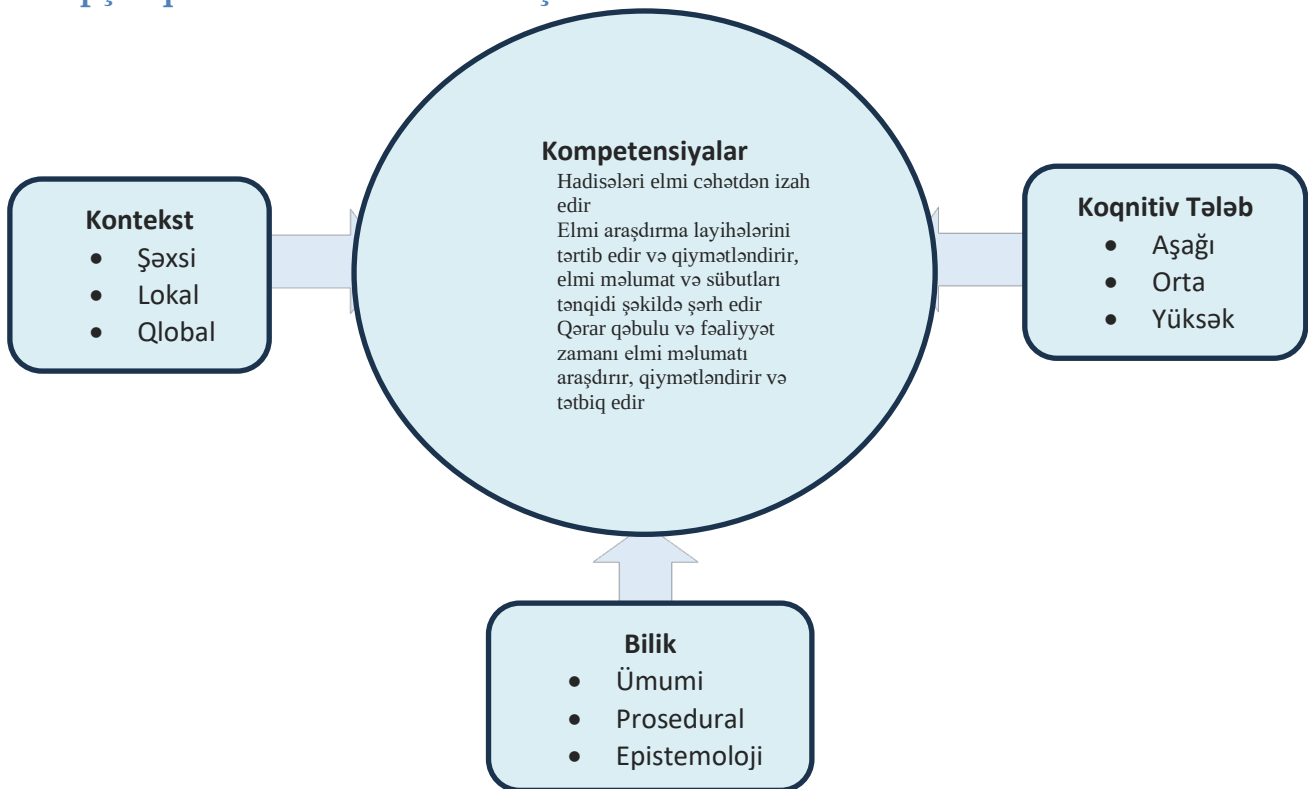
- Şagirdlərin ümumi, prosedural və epistemoloji biliklərlə tanışlıq səviyyəsi və qazandıqları əvvəlki biliklər;
 - Sualın tələb etdiyi koqnitiv əməliyyat, məsələn xatırlama, təhlil, qiymətləndirmə;
 - Cavabın formalaşdırılmasının nə dərəcədə modellərdən və ya mücərrəd elmi ideyalardan asılı olması.
117. Bu dördfaktorlu yanaşma şagirdin bacarığının daha geniş diapazonunda elmi kompetensiyasını ölçməyə imkan verir. Tələb olunan biliyin dərinliyi ilə birlikdə elmi savadlılığın əsasını təşkil edən kompetensiyalar üçün tələb olunan koqnitiv proseslərin kateqoriyalara ayrılması ayrı-ayrı suallara olan tələbin səviyyəsini qiymətləndirməyin modelini təklif edir. Bundan əlavə, onun nisbi sadəliyi belə çərçivələrin tətbiqi zamanı yaranan problemləri minimuma endirmək üçün struktur təklif edir. Bu koqnitiv çərçivənin istifadəsi, həm də hesabat vermə bacarığı şkalasının təsviri parametrlərinin ilkin tərifinin işlənib hazırlanmasını asanlaşdırır (Şəklə bax).

Testin səciyyəvi xüsusiyyətləri

118. Təbiət fənni üzrə nəticələrin PISA tərifinə uyğun olaraq test sualları (tapşırıqları) kontekstdə elmi kompetensiyaların və biliklərin istifadəsini və tətbiqini tələb edir.
119. Şəkil 3, 2025-ci ildə elmi kompetensiyanın qiymətləndirilməsi üçün PISA çərçivə sənədinin əsas komponentlərini təqdim edən Şəkil 1-in variasiyasıdır. Bu şəkildən çərçivə sənədini qiymətləndirmə vahidlərinin strukturu və məzmunu ilə əlaqələndirmək üçün istifadə oluna bilər. Bundan həm sintetik olaraq qiymətləndirmə tapşırıqlarını planlaşdırmaq üçün bir vasitə kimi, həm də standart qiymətləndirmə tapşırıqlarının nəticələrini öyrənmək üçün analitik vasitə kimi istifadə edilə bilər. Bu, qiymətləndirmə vahidlərinin yaradılmasında bir başlanğıc nöqtəsi olaraq stimullaşdırıcı material kimi xidmət edəcək kontekstləri, suallara və ya məsələlərə cavab vermək üçün tələb olunan kompetensiyaları, təmrinlər üçün əsas olan bilikləri və idrak tələbini nəzərə almaq zərurətini göstərir.

120. Test vahidi cədvəl, sxem, qrafik və ya diaqramla birgə təqdim edilən mətn və ya qısa yazı nümunəsi kimi xüsusi stimullaşdırıcı materialla müəyyən edilir. PISA 2015 üçün yaradılmış test vahidlərinə stimullaşdırıcı material kimi ilk dəfə olaraq animasiyalar və interaktiv simulyasiyalar kimi qeyri-statik stimullaşdırıcı materiallar daxil edilmişdir. Bunlar mövcud təkmil imkanlardan istifadə etməklə PISA 2025 testinə də daxil ediləcək. Bu tapşırıqlar artıq müzakirə olunmuş nümunələrdə göstərildiyi kimi, müxtəlif növ müstəqil hesablanmış suallar toplusudur.

Şəkil 3. Koqnitiv sorğu üçün qiymətləndirmə vahidlərinin və tapşırıqların tərtibi və təhlili üçün vasitə



121. PISA-nın bu strukturundan istifadə etməsinin səbəbi imtahan üçün ayrılan vaxtdan səmərəli istifadə etməklə real vəziyyətlərin mürəkkəbliyini əks etdirən, mümkün qədər real olan kontekstlərin istifadəsini asanlaşdırmaqdır. Çox sayda müxtəlif situasiyalar haqqında ayrıca suallar vermək əvəzinə bir neçə sualın verilə biləcəyi situasiyalardan istifadə şagirdin hər sualdakı materialla tanış olması üçün tələb olunan ümumi vaxtı azaldır. Bununla belə, tapşırıq daxilində toplanılan hər bir balın digərlərindən müstəqil olması zərurəti də nəzərə alınmalıdır. Onu da nəzərə almaq lazımdır ki, bu yanaşma müxtəlif qiymətləndirmə kontekstlərinin sayını azaltdığına

görə kontekstlərin seçimində qərəzliyin minimuma endirilməsi üçün adekvat kontekst diapazonunun olmasını təmin etmək vacibdir.

122. PISA 2025 test vahidləri hər üç elmi kompetensiyadan istifadəni və elmi biliyin hər üç formasının tətbiqini tələb edir. Əksər hallarda, hər bir test vahidi bir neçə kompetensiya və bilik kateqoriyasını qiymətləndirəcək. Bununla belə, fərdi suallar yalnız bir bilik formasını və bir kompetensiyayı qiymətləndirə bilər.

123. Şagirdlərin təbiət fənninə aid yazılı sualları anlamaq və cavablandırmaq üçün mətnləri oxumaq ehtiyacı mətni başa düşmək üçün tələb olunan oxuyub anlama səviyyəsi ilə bağlı məsələni aktuallaşdırır. Stimullaşdırıcı materiallar və suallar müvafiq mənanı çatdırarkən mümkün qədər aydın, sadə, qısa və sintaktik cəhətdən sadələşdirilmiş dildən istifadə edəcəkdir.

Hər abzası daxil edilən konsepsiyaların sayı məhdud olacaq. Təbiət fənni üzrə oxu bacarıqları və ya riyazi savadlılığı qiymətləndirmək tipli suallar ləğv ediləcək.

Sualları cavablandırma formatı

124. Çərçivə sənədində müəyyən edilmiş kompetensiyaları və elmi bilikləri qiymətləndirmək üçün üç növ sualdan istifadə olunacaq. Sualların təxminən üçdə biri hər üç növə aid olacaq:

Sadə çoxseçimli: Bu növ suallar tələb edir ki,

- verilən dörd variant arasından yalnız bir cavab seçilsin
- verilən qrafikin və ya mətnin daxilində seçilə bilən element, yəni “qaynar nöqtə” cavab olaraq seçilsin.

Mürəkkəb çoxseçimli: Bu növ suallara daxildir:

- bir sual kimi qiymətləndirilən, bir-biri ilə əlaqəli silsilə “Bəli/Xeyr” sualların cavablandırılması (PISA 2006 üçün səciyyəvi format)
- siyahıdan birdən çox cavabın seçilməsi
- çoxsaylı boşluqları doldurmaq üçün açılan siyahıdan seçim etməklə cümlənin tamamlanması
- Şagirdlərə uyğunlaşdırma, sıralama və ya kateqoriyalara ayırma tapşırığını yerinə yetirmək üçün ekranda elementləri hərəkət etdirməyə imkan verən “çək və burax” cavabların istifadəsi.

Konstruksiyalı cavablar: Yazılı və ya tərtib edilmiş cavablar tələb edən suallar.

- Təbiət fənnində konstruksiyalı cavab tələb edən suallar, adətən, söz birləşməsindən tutmuş qısa abzası (məsələn, iki-dörd cümlədən ibarət izahat) qədər yazılı cavablar tələb edir. Az

sayda konstruksiyalı cavab tələb edən sual var ki, qrafik və ya diaqram çəkməyi tələb edir. Kompüter vasitəsilə keçirilən imtahanlarda bu cür sualları cavablandırmaq sadə rəsm redaktorları təmin edilir.

125. PISA 2015-də olduğu kimi, PISA 2025-də bəzi cavablar simulyasiyalardan istifadə edərək interaktiv tapşırıqlar vasitəsilə əldə ediləcək. Buna simulyasiya edilmiş elmi araşdırmada dəyişənləri idarə etmək üçün şagirdin seçimi və ya simulyasiya edilmiş sistemin müşahidə olunan işi üçün izahın verilməsi tələbini nümunə göstərmək olar. Bu interaktiv tapşırıqların cavablarının qiymətləri, ehtimal ki, mürəkkəb çoxseçimli suallar kimi hesablanacaq. İnteraktiv tapşırıqlara bəzi açıq suallara verilən cavablar konstruksiyalı cavablar hesab edilir.

Qiymətləndirmənin strukturu

126. PISA 2025-də kompüter əsaslı qiymətləndirmə bütün sahələr üzrə əsas qiymətləndirmə üsulu olacaq. Təbiət fənni üzrə bütün yeni suallar kompüter əsaslı qiymətləndirməyə və lazım olduğu təqdirdə kağız əsaslı qiymətləndirməyə uyğun hazırlanacaq. Kağız əsaslı qiymətləndirmə şagirdlərini kompüter vasitəsilə imtahan etmək istəməyən ölkələr üçün təmin ediləcək.

127. Biliyin üç komponenti: ümumi, prosedural və epistemoloji biliklər arasında balans qrafik 3-də xalların faiz göstəriciləri ilə verilmişdir. Qrafik 3 həmçinin müxtəlif bilik kateqoriyaları arasında balların paylanmasını göstərir. Bu bölgü əvvəlki çərçivə sənədə çox uyğundur və bu çərçivənin tərtibi prosesində iştirak etmiş mütəxəssislərin fikirləri arasında konsensus olduğunu əks etdirir.

128. Koqnitiv elm çərçivəsinin Antroposendə fəaliyyətə töhfə verən elementləri şagirdlərin bu kompetensiyaya nə dərəcədə malik olduğunu ölçmək üçün Ətraf mühit bölməsində aşağıda verilmiş şkala əsasında qiymətləndiriləcək.

Qrafik 3. Biliyə görə balların paylanması

Biliyin növləri	Sist			
	Fiziki	Canlı	Yer və Kosmos	Sistemlər üzrə ümumi göstərici
Ümumi	15-20%	15-20%	10-15%	38-48%
Prosedural	10-13%	10-13%	7-10%	27-33%
Epistemoloji	8-11%	8-11%	7-10%	24-30%
Biliyin növləri üzrə ümumi göstərici	37%	37%	26%	100%

129. Elmi kompetensiyalar üçün nəzərdə tutulan balans qrafikdə verilmişdir. Bu bölgü elə seçilmişdir ki, qiymətləndirmə ümumi biliyi, prosedural və/yaxud epistemoloji biliyi ölçən suallar arasında bərabər bölünsün.

130. Sualların kontekstləri PISA 2015-də olduğu kimi, təqribən 1:2:1 nisbətində şəxsi, lokal/milli və qlobal parametrlərə əsaslanacaq. Qrafik 3 və 4-də göstərilən balların paylanması sxemindən irəli gələn müxtəlif məhdudiyyətləri mümkün qədər təmin etmək şərti ilə test vahidləri üçün geniş tətbiq imkanları olacaq.

Qrafik 4. Elmi kompetensiyalara görə balların paylanması

Elmi kompetensiyalar	Balların %-lə göstəricisi (təxmini)
Hadisələrin elmi cəhətdən izah edilməsi	36-44%
Elmi araşdırma layihələrinin tərtibi və qiymətləndirilməsi, elmi məlumat və sübutların tənqidi şəkildə şərh	24-36%
Qərar qəbulu və fəaliyyət zamanı elmi məlumatın araşdırılması, qiymətləndirilməsi və tətbiq	24-36%

Hesabat şkalası

131. PISA-nın qarşısına qoyduğu məqsədlərə çatmaq üçün şagirdlərin müvəffəqiyyət şkalasının hazırlanması vacibdir. Bacarıq səviyyələrinin təsviri şkalası tək getdikcə çətinləşdirilən sualların ölçülməsinə dair ilkin şərhə deyil, həm də bacarığın necə inkişaf etdiyinə dair nəzəriyyəyə əsaslanmalıdır. Buna görə də PISA 2006 çərçivə sənədi artan bacarığın və inkişafın parametrlərini açıq şəkildə müəyyən etmişdir ki, bu da öz növbəsində sual tərtibatçılarna bu irəliləyişi əks etdirən suallar hazırlamaq imkanı verdi (Kane, 2006; Mislevy və Haertel, 2006). Şkalanın ilkin layihə təsviri aşağıda verilmişdir. Məlumatlar sualların sahə üzrə yoxlamalarından sonra toplandığına görə bu təsvirin dəyişdirilməsinə ehtiyac yarana bilər. Tendensiya təhlilini mümkün etmək üçün PISA 2015 şkala təsvirediciləri (OECD, 2016) ilə müqayisəlilik maksimuma çatdırılsa da, PISA 2025 çərçivə sənədinə “Elmi məlumatları araşdırmaq, qiymətləndirmək, və onlardan qərar qəbulu üçün istifadə etmək” kimi yeni elementlər də daxil edilmişdir. Şkalaya həmçinin çox minimal elmi kompetensiya nümayiş etdirən və əvvəllər hesabat şkalasına daxil edilməyən ən aşağı qabiliyyət səviyyəsində olan şagirdləri təsvir edən “1c” səviyyəsi əlavə edilmişdir. Bu 2016-18-ci illərdə PISA-D kimi tanınan inkişaf etməkdə olan ölkələr üçün PISA testlərinin işlənilib hazırlanması istiqamətində görülmüş tədbirlər sayəsində ərsəyə gəlmişdir. Buna görə də PISA 2025 üçün şkalanın ilkin layihəsi tamamilə fərqli bir model deyil, Elmi kompetensiya səviyyələrinin daha ətraflı və daha spesifik təsvirlərini təklif edir.

Tendensiya hesabatı

132. İllər üzrə tendensiyaların hesabatı üçün hər dövrdə bir sıra suallar təkrarlanır. Bu şagirdlərin ümumi test göstəricilərinin əvvəlki illərlə müqayisəsinə imkan verir. Hər 9 illik dövr ərzində dəyişdiyinə görə fərdi kompetensiyalardakı tendensiyalar deyil, yalnız ümumi aktivlik tendensiyası haqqında hesabat verilir.

Qrafik 5. Hesabat şkalasının PISA 2025 üçün təklif olunan ilkin layihəsi

Səviyyə	Təsviri
6	6-cı səviyyədə tanış olmayan kontekstlərlə işləyən şagirdlər modellər qurmağı, onların məhdudiyyətlərini nəzərə almağı və mürəkkəb hadisələrin elmi izahlarını verməyi və ya onları qiymətləndirmək üçün bu modellərdən istifadə etmə məqsədilə müxtəlif fənlərə aid yüksək tələbatlı bir sıra elmi ideyalardan istifadə etməyi bacarırlar. Onlar bu izahları təkcə hadisələr haqqında deyil, həm də potensial gələcək inkişaf və ya cəmiyyət üçün təsirləri haqqında proqnozlar vermək üçün tətbiq edə bilirlər. Şagirdlər müxtəlif növ xüsusi sorğuların məqsədlərini və hansı suallara cavab verdiklərini müəyyən edə və izah edə bilirlər. Onlar təcrübələri, tədqiqatları və ya simulyasiyalar kimi mürəkkəb araşdırmaların rəqabətçil tərtibatlarını qiymətləndirmək və öz dizayn seçimlərini əsaslandırmaq üçün epistemoloji və prosedural biliklərini tətbiq edə bilirlər. Onlar məlumatları bir təqdimatdan digərinə çevirməyi və daha mürəkkəb məlumatları düzgün şərh etməyi bacarırlar. Şagirdlər məlumatların doğruluğu və dəqiqliyi ilə bağlı əsaslandırılmış mühakimə yürütmək məqsədilə prosedural və epistemoloji biliklərə əsaslanaraq onları qiymətləndirməyi bacarırlar. Şagirdlər həm mətn, həm də qrafik məlumatları ehtiva edən yüksək koqnitiv tələbə malik çoxsaylı mənbələrindən istifadə edərək bir və ya bir neçə elmi meyar və ya bir neçə mürəkkəb fakt yoxlama proseduru əsasında ən etibarlı mənbələri müəyyən edə bilirlər. Onlar öz seçimlərini ümumi, prosedural və ya epistemoloji bilikdən və/və ya sosial, etik və ya iqtisadi mülahizələrdən yararlanaraq əsaslandırma bilirlər. Bundan əlavə, onlar elmi məlumat mənbələrindəki (ya onların etibarlılığında, məlumatların istifadəsində, ya da dəlillərdən gələn arqumentlərdə) nöqsanları müəyyən edə bilirlər. Qiymətləndirmələrinə əsasən, onlar mümkün qərarlar və fəaliyyətlər üçün çoxsaylı məsələləri nəzərə alaraq əsaslandırılmış mühakimələr təqdim edə bilirlər.

5	5-ci səviyyədə şagirdlər bütün kontekstlərdə onlara tanış olan hadisələrin izahlarını müəyyən etmək və yaratmaq üçün orta və yüksək tələbatlı bir sıra elmi ideyalardan istifadə edə bilirlər. Onlar bu izahlardan proqnoz vermək üçün istifadə etməyi bacarırlar. Onlar modellərin həm güclü tərəflərini, həm də məhdudiyyətlərini müəyyən edirlər. Prosedural və epistemoloji biliklərə əsaslanaraq şagirdlər elmi və elmi olmayan sualları fərqləndirə, müxtəlif növ sorğuların məqsədini müəyyən edib izah edə bilirlər. Onlar alternativ təcrübə və araşdırma dizaynlarını qiymətləndirmək və seçimlərini əsaslandırmaq üçün epistemoloji və prosedural biliklərini tətbiq edirlər. Onlar daha mürəkkəb məlumat təqdimatlarını şərh edə, verilmiş şərhin nöqsanlı olmasının səbəblərini qiymətləndirə və daha uyğun şərhin nə olacağını izah edə bilirlər. Şagirdlər həm mətn, həm də qrafik məlumatları ehtiva edən orta və yüksək koqnitiv tələbə malik olan çoxsaylı məlumat mənbələrindən istifadə edərək, bir və ya bir neçə elmi meyara və ya standart fakt yoxlama prosedurlarına əsaslanaraq ən etibarlı mənbələri müəyyən etməyi bacarırlar. Onlar ümumi, prosedural və ya epistemoloji elmi biliklər və ya sosial, etik və ya iqtisadi mülahizələr əsasında öz seçimlərini əsaslandırma bilirlər. Bundan əlavə, onlar mənbədəki- ya onun etibarlılığında, məlumatların istifadəsində ya da istifadə etdiyi arqumentlərdə olan nöqsanı müəyyən edə bilməlidirlər. Qiymətləndirmələrinə əsasən, onlar mümkün fəaliyyətlər üçün məntiqli mühakimələr irəli sürməyi bacarırlar.
---	---

4	4-cü səviyyədə şagirdlər bir sıra elmi prinsiplərə və orta və yüksək koqnitiv tələbi olan müxtəlif təqdimatlara əsaslanaraq hadisələrin elmi izahını verə və qiymətləndirə bilirlər. Verilmiş modelin həm güclü, həm də məhdud cəhətlərini müəyyən edə bilirlər. Prosedural və epistemoloji biliklərə əsaslanaraq onlar məhdud kontekstdə iki və ya daha çox müstəqil dəyişəni əhatə edən təcrübə və ya araşdırma dizaynını təklif edə bilirlər. Onlar prosedural və ya epistemoloji biliklərdən istifadə edərək araşdırma layihəsini əsaslandırır bilirlər. Onlar sadə məlumat təqdimatlarını şərh edə və bu cür məlumatlar əsasında elmi iddiaların etibarlılığını qiymətləndirə bilirlər. Qərar qəbul etmə və ya fəaliyyətə keçmək üçün məlumat ehtiyacını nəzərə alaraq şagirdlər əsas fakt-yoxlama proseduru və ya digər elmi əsaslı meyardan istifadə edərək hansının daha etibarlı olduğunu müəyyən etmək üçün həm mətn, həm də qrafik məlumatları ehtiva edən orta idrak tələbinə malik çoxsaylı mənbələrdən istifadə etməyi bacarırlar. Onlar öz seçimlərini əsaslandırırlar. Bundan əlavə, mənbədə və ya onun təfsirində bir neçə mümkün səhvi nəzərə almaqla onlar müvafiq zəif cəhəti seçə və nöqsanın nədən ibarət olduğunu izah edə bilirlər.
3	3-cü səviyyədə şagirdlər elmi prinsiplərə və orta idrak tələbi olan təqdimatlara əsaslanaraq müvafiq işarə və ya dəstək ilə hadisələrin elmi izahlarını və modellərini qura və ya qiymətləndirə bilirlər. Sadə bir model əsasında onlar modelin güclü və ya məhdud cəhətlərini müəyyən edə bilirlər. Onlar prosedural və epistemoloji bilik elementlərindən istifadə edərək özündə dəyişənlərə nəzarət və ya populyasiyanın seçilməsi ilə bağlı sadə təcrübə layihəsini əsaslandırır bilirlər. Onlar prosedural və ya epistemoloji biliklərdən istifadə edərək bir sıra məlumatların şərhindəki nöqsanı müəyyən etməyi bacarırlar. Alternativ olaraq, cədvəl və ya qrafik təsvirdə verilən sadə məlumatlar toplusunu təqdim etməklə onlar düzgün şərh verirlər. Orta idrak tələbi olan mənbələrdən qərar qəbul etmək və ya fəaliyyət göstərmək üçün məlumata ehtiyacı olan şagirdlər hansı mənbələrin uyğun olduğunu müəyyən edə və arqumentləri ümumiləşdirə bilirlər. Onlar mənbənin etibarlı olub-olmadığı barədə mühakimə yürütmək üçün bir və ya bir neçə meyardan istifadə edə və seçimlərini əsaslandırır bilirlər.

2	2-ci səviyyədə şagirdlər aşağı və orta koqnitiv tələbi olan müvafiq məzmun biliyinə əsaslanaraq tanış şəxsi, lokal və ya qlobal kontekstlərdə gündəlik və ya ümumi elmi hadisələr üçün uyğun olan elmi izahı qeyri-elmi izahdan ayırd edə bilirlər. Onlar gündəlik və ya onlara məlum elmi hadisə, məsələn məktəbdə öyrədilən təməl anlayışlardan biri olan balanslaşdırılmış qidalanmanın nə üçün lazım olduğu barədə sadə izah təqdim edə bilirlər. Şagirdlər prosedural biliklərinin elementlərinə əsaslanaraq sadə sorğular üçün dizaynları qiymətləndirə, sadə əlaqələrlə məlumat toplusunun müvafiq şərtlərini, kənar göstəriciləri və onların baş verməsinin mümkün səbəblərini müəyyən edə bilirlər. Onlar öz epistemoloji biliklərindən istifadə edərək ölçmələrdəki variasiyaların müvafiq izahlarını müəyyənləşdirirlər. Qərar qəbul etmək və ya fəaliyyət göstərmək üçün məlumat ehtiyacını nəzərə alaraq şagirdlər verilmiş elmi problem üzrə bilikləri tətbiq etmək və onun əsas arqumentini ümumiləşdirmək üçün lazım olan bir neçə aşağı və ya orta səviyyəli koqnitiv tələbə malik müvafiq məlumat mənbələrini müəyyənləşdirməyi bacarırlar. Yalnız bir meyardan, məsələn müvafiq ekspertiza və ya elmi konsensusdan istifadə etməklə onlar mənbənin etibarlı olub-olmadığını təyin edə bilirlər.
1a	1a səviyyəsində, məlum şəxsi, lokal və ya qlobal kontekstlərdə şagirdlər elmi məlumatlara və ya aşağı koqnitiv tələbi olan sübuta əsaslanaraq sadə bir hadisənin iddiasını və ya izahını müəyyən edə bilirlər. Şagirdlər müəyyən elmi problem üzrə bilikləri tətbiq etmək və əsas nəticəni və ya arqumenti müəyyən etmək üçün lazım olan bir neçə müvafiq məlumat mənbəyini təyin etməyi bacarırlar. Şagirdlər aşağı səviyyəli prosedural biliklər əsasında bir neçə dəyişən arasından birinə nəzarəti əhatə edən ən uyğun təcrübə layihəsini seçə bilirlər.
1b	Səviyyə 1b-də gündəlik şəxsi və ya lokal kontekstlərdə şagirdlər gündəlik elmi məlumatı və ya müşahidələri xatırlayaraq sadə elmi dillə çatdırılan makroskopik hadisə üçün edilən iddianı və ya onun izahını tanıya bilirlər. Şagirdlər müəyyən elmi məsələ ilə bağlı biliklərini tətbiq etmək üçün lazım olan birdən çox müvafiq məlumat mənbəyini müxtəlif mənbələr arasından müəyyən edə bilirlər. Aşağı səviyyəli prosedural biliklər əsasında onlar iki eksperimental dizayndan hansının verilmiş suala ən yaxşı cavab verə biləcəyini müəyyənləşdirməyi bacarırlar. Onlar koqnitiv tələbin aşağı səviyyəsi ilə sadə məlumat qrupunun/qrafik təsvirin bir neçə şərhini arasından daha yaxşı olanını seçə bilirlər.
1c	1c səviyyəsində gündəlik şəxsi kontekstlərdə şagirdlər koqnitiv tələbin ən aşağı səviyyəsində gündəlik elmi məlumatların elementlərini və ya müşahidələri xatırlamaqla ümumi makroskopik hadisənin sadə dillə ifadə edilən izahını ayırd edə bilirlər. Sadə bir sual əsasında onlar uyğun ola biləcək bir elmi məlumat mənbəyini tanımağı bacarırlar. Onlar sadə məlumat qrupunun verilən iki şərhindən hansının daha yaxşı olduğunu seçə bilirlər.

133. Təklif olunan səviyyə təsvirediciləri bu sənəddə təsvir olunan 2025 çərçivə sənədinə əsaslanır və müvəffəqiyyət səviyyələrini arasındakı fərqlərin keyfiyyətə təsvirini təqdim edir. Təbiət fənni üzrə bilik şkalasının bu sxeminə daxil edilmiş nailiyyətləri qiymətləndirən suallar üçün olan tələbi müəyyən etmək məqsədilə istifadə olunan amillərə aşağıdakılar daxildir:

- Sualın tələb etdiyi bilik elementlərinin sayı və mürəkkəbliyi dərəcəsi;
- Şagirdlərin cəlb olunan ümumi, prosedural və epistemoloji biliklərlə tanışlıq səviyyəsi və əvvəlki bilikləri;
- Sualın tələb etdiyi xatırlama, təhlil, konstruksiya, qiymətləndirmə kimi koqnitiv əməliyyatlar;
- Cavabın formalaşdırılmasının nə dərəcədə modellərdən və ya mücərrəd elmi ideyalardan asılı olması.

134. Testin məqsədi sualları bütün səviyyələr üzrə bərabər paylamaqdır.

6. Ətraf mühit haqqında elm

Giriş

135. İnsan fəaliyyətinin təsiri Yer sistemlərini əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir (IPCC, 2021). Bu dəyişikliklər 1800-cü illərdə sənayeləşmə ilə başladı və 1950-ci ildən bəri əhəmiyyətli dərəcədə artdı (Lewis & Maslin, 2015). İnsanlar ən yüksək həyat standartlarına və yaşam müddətinə malik ola bilsələr də (Pinker, 2018, Rosling & Rönnlund, 2019), digər canlı orqanizmlərin böyük əksəriyyəti böhranla üzləşir və bu böhran bəşəriyyətin özü üçün də təhlükədir. İqlim dəyişikliyi və biomüxtəlifliyin itirilməsi bütün növlərə mənfi təsir edir, bir çox növ bərpa olunmaz şəkildə məhvə sürüklənir ki, bu da altıncı kütləvi məhv prosesini sürətləndirir (Dirzo et al., 2014). Antroposen çağında insan təsiri biosfer, hidrosfer, geosfer və atmosfer daxilindəki sistemlərdə əhəmiyyətli pozulmalara səbəb olmuşdur (IPCC, 2021). Beləliklə, bəşəriyyəti qeyri-müəyyən gələcək gözləyir. Bir çox insanlar və xüsusilə, gənclər üçün iqlim dəyişikliyi dövrümüzün ən böyük problemi kimi görünür. Bu problemin öhdəsindən gəlmək üçün elmi biliklər və məntiqi mühakimə mənfi təsirləri azaltmaq və daha davamlı təcrübə və sistemlərə uyğunlaşmaq üçün fərdi, ümumi və qlobal olaraq qərar qəbul

etməyin vacib elementləridir (Steffen et al., 2011).

136. Dünya əhalisinin 7 milyarddan çox olmasını və məhdud təbii sərvətləri nəzərə alsaq, qarşıya çıxan problemlər bunlardır: təmiz hava və suyun təmin edilməsi, ərzaq təhlükəsizliyinin təmin edilməsi, xəstəliklərə nəzarət, bərpa olunan enerjinin istehsalı, sağlamlıq və rifah üçün çalışmaq, bütün növlər və gələcək nəsillər üçün geniş resurslar təmin etmək üçün öz yaşayış seçimlərimizi məsuliyyətlə idarə etmək və s. (IPCC, 2021; Barnosky et al., 2012; Rockstrom et al., 2009). Bu çətinliklər və insan fəaliyyətinin iqlim dəyişikliyinə və ətraf mühitə təsiri nəticəsində yaranan bir çox başqa problemlərin öhdəsindən gəlmək tələb edir ki, gənclər digər fənlər və bilik sistemləri ilə yanaşı, təbiət fənni və texnologiyanın töhfələrini dərk etsinlər və onlara əməl etsinlər (Schipper et al., 2021).

137. Elmi cəhətdən məlumatlı olan 15 yaşlı təhsilalanlar bu məsələlərlə bağlı məlumat mənbələrini qiymətləndirməli, həmçinin Yer sistemlərini bərpa etmək və qorumaq üçün müvafiq fəaliyyət istiqamətlərini araşdırmaq və nəzərdən keçirmək üçün yaradıcı və sistem düşüncəsindən istifadə etməli olacaqlar (Young et al., 2006). Elmi bilik fərdlərin və icmaların davamlı həyat seçimləri etməsinə və bu problemi həll etmək üçün tələb olunan tənqidi təfəkkürün, media savadlılığının və ümidvarlığın inkişafına töhfə verən qərar qəbul etməkdə və fəaliyyət göstərməkdə əhəmiyyətə malikdir (Monroe et al., 2019).

138. Bundan əlavə, müxtəlif bilik sistemlərinin dəyərləndirilməsi və mədəni irsə hörmət də potensial həll yollarına kömək edir (Reyes-Garcia et al., 2019; Salomon et al., 2019). Gənclər idarəetmə və güc sistemlərinin sosial, ətraf mühitlə bağlı və ekoloji məsələləri necə çərçivəyə sala və onlara təsir edə biləcəyi barədə məlumatlı olmalıdırlar (Berkes & Folke, 1998; Muller, Hemming, & Rigney, 2019; Young et al., 2006). Gənclər sosial-ekoloji bərabərsizlikləri həll etmək və sağlam icmalar yaratmaq və onu qorumaq üçün müxtəlif nəslin nümayəndələri ilə işləyəcək və bundan yararlanacaqlar (Thiery və digərləri, 2021). Bunun məqsədlə gənclərə qayğı və ədalət etikasının (Merrett, 2004; Skovdal & Evans, 2017) inkişaf etdirilməsinə dəstək olmaq üçün təbiət fənninin tədrisinə ehtiyac var. Bu fənn gənclərə ekosentrik dünyagörüşü aşılayır ki, burada insan ətraf mühitdən ayrı deyil, onun bir hissəsi kimi təqdim edilir. Belə bir sistem düşüncəsi perspektivi davamlı həyat seçimlərinin dizaynını və tətbiqini dəstəkləmək məqsədilə nümunələr və xətti əlaqələrdən kənara çıxmaq

- üçün lazımdır. Məsələn, şəxsi seçimlərin (məsələn, əsasən, tərəvəzlə qidalanmaq və ya ictimai nəqliyyatdan istifadə etmək); lokal seçimlərin (məsələn, birdəfəlik istifadə üçün nəzərdə tutulmuş plastik məhsulun əlçatanlılığının azaldılması istiqamətində fəaliyyət); kollektiv fəaliyyətin (məsələn, regional nəqliyyat sistemini dəyişdirmək məqsədilə vətəndaş aksiyalarında iştirak etmək üçün başqaları ilə əməkdaşlıq); qlobal seçimlərin (məsələn, fosil yanacaq asılılığını azaltmaq üçün beynəlxalq siyasətin dəstəklənməsi) təsiri nəzərə alındıqda sistem düşüncəsi faydalı şəkildə tətbiq edilir.
138. Fəaliyyətlilik 15 yaşlı təhsilalanlardan tələb edir ki, məqsədlərinə çatmaq üçün lazımi dəyişiklikləri etsinlər (OECD, 2019). Fəaliyyətlilik mürəkkəb sistemli məsələlərin tənqidi dəyərləndirilməsini və bu məsələlərlə bağlı sübuta əsaslanan iddiaların qanuni ekspertlər tərəfindən irəli sürülməsinin qiymətləndirilməsini əhatə edir. Bu dəyişiklik yaratmaq üçün məqsədlərin qoyulması və məsuliyyətli tədbirlərin necə icrası barədə qərarların qəbul edilməsində onların qiymətləndirməsindən istifadə etməyi, həmçinin elmi şəkildə araşdırıb sübutlarla əsaslandırmaq yolu ilə qərar qəbul etməyi əhatə edir. Özləri üçün və başqaları ilə birgə məsuliyyətli şəkildə işləmək məqsədilə qərar qəbul etmək bacarığı Antroposendə fəaliyyətlilik ölçüsüdür. Məsələn, Antroposendə fəaliyyətlilik nümayiş etdirmək şəxsi həyat tərzini seçimləri üzərində düşünmək və dəyişikliyi həyata keçirmək, digərlərinə də təsir edərək onları düşündürmək və dəyişmək, tələb olunan dəyişikliklərlə bağlı təşkilatlara və hökumətlərə rəy bildirmək deməkdir. Bu tədbirlər resursların daha yaxşı idarə olunmasına kömək edir (məsələn, materialların (yenidən) dövriyyəyə buraxılması nəticəsində tullantıların aradan qaldırıldığı dövrü iqtisadiyyatlarda).
140. Təbiət fənninin tədrisi gənclərə Yer kürəsinin sistemləri və onların insan sistemləri ilə qarşılıqlı əlaqəsi haqqında əsas anlayışların təmin edilməsində mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu sosial-ekoloji problemlərin nə dərəcədə mürəkkəb olduğunu və müvafiq alətlərdən istifadə etməklə (məsələn, sistemlərin xəritələşdirilməsi) onların qarşılıqlı əlaqəsini başa düşmək gəncləri iqlim dəyişikliyi azaltmaq və ona uyğunlaşmaq kimi müasir çağırışların həllinə hazırlamaq baxımından vacibdir. Bu qeyri-müəyyən dövrlərdə gənclərə sistemli dəyişiklik və davamlılıq üçün fərdi, başqaları və müxtəlif nəslin

nümayəndələri ilə fəaliyyət istiqamətində aşağıdakı yanaşma və meyllərə də ehtiyac var:

- **Sistem düşüncəsi** müvafiq dəyişənlər arasında mürəkkəb qarşılıqlı əlaqəni tanımaq və bu dəyişənlərə edilən dəyişikliklərin nəticələrini anlamaq bacarığıdır;
- **Müstəqil effektivlik** insanın fəaliyyət göstərə biləcəyinə inamı ifadə edir;
- **Kollektiv effektivlik** qrupun öz məqsədlərinə çatma biləcəyinə inanmaqdır;
- **Nəticə gözləntisi** hərəkətlərin maraq dairəsində olan məsələlərə təsir edəcəyinə olan inamdır;
- **Fəaliyyətlilik** insanın öz hərəkətlərinə və şərtlərə təsir göstərməsinin qavranmasıdır; və
- **Ümid**, qazanmağa dəyər gələcəyə doğru bir yolun olduğu hissidir.

141. Bu komponentlər bir-biri ilə bağlıdır, çünki mürəkkəb sistemləri tanımaq bacarığı hər hansı bir müdaxilənin vəziyyəti necə yaxşılaşdırma biləcəyini nəzərə almağı və arzu olunan hərəkətləri etmək üçün səlahiyyət və effektivliyə malik olduğuna və hər hansı bir məqsədə nail olmağın gələcəyə daha ümidli şəkildə baxmağa kömək etdiyinə inamlı olmağı tələb edir (Ajzen, 1985; Snyder, Rand, & Sigmon, 2001). Qruplarının effektiv işləyə biləcəyinə inananlar daha çox müstəqil effektivlik hissinə sahib olanlardır (Jugert et al., 2016). Eynilə, nəticə gözləntisi həm ümidin, həm də effektivliyin əsas elementidir.
142. Sistem düşüncəsi bacarığı təbiət fənninin bütün sahələrində vacibdir və ətraf mühit məsələləri məsələnin sistem səviyyəsində nəzərdən keçirilməsinə olan ehtiyacın vacib nümunəsidir. Sistemlər ekoloji, sosial və ya hər ikisinin kombinasiyası ola bilər. Bir çox pedaqoqlar gənclərə sistemin komponentlərinin (məsələn, planetlər və ulduzlar və ya damarlar və limfa düyünləri) funksiyalarını müəyyən etməyi öyrətsələr də, bu komponentlər arasında qarşılıqlı əlaqə çox vaxt yeni strukturlar və funksiyalar yaradır. Sistemi və onun mürəkkəb əlaqələrini başa düşməyə çalışmaq sistemdəki bir dəyişəndəki dəyişikliklərin başqalarına necə və nə vaxt təsir edə biləcəyini və onların potensial təsirini azaltmağa imkan verir.

143. Ümid mürəkkəb sosial-ekoloji problemlərin həlli üçün vacib bir yanaşma olduğunu nümayiş etdirmişdir. Ümid olmasa, mövcud çətin vəziyyətin dəyişməyəcəyinə və ya yaxşılaşmayacağına olan inam narahatlıq, depressiya və çarəsizliklə nəticələnə bilər (Peterson et al., 1993). İqlim dəyişikliyi və biomüxtəlifliyin itirilməsi kimi müasir ekoloji problemlərin məkan və zaman miqyası ümidin tərifinə gətirib çıxarır ki, bura başqaları ilə birlikdə görülmə bilən tədbirlər (Li & Monroe, 2017; 2019) və ya kollektiv effektivlik daxildir. Bu, fərdlər dəyişikliyə nail olmaq üçün kollektivlə işlədikdə meydana gəlir (Ojala, 2012; Li & Monroe, 2017; 2019; Ardoin, Bowers, & Wheaton, 2022). Ümid hissini bir-birinə bağlı Yer sistemlərinin mürəkkəbliyi haqqında biliklərlə birləşdirmək ekoloji və sosial problemlərin həllinə imkan verəcək (Ojala, 2015). Bu nəticəyə nail olmağın açarı fərdlər, icmalar, təşkilatlar, müəssisələr və hökumətlər tərəfindən qəbul edilə bilən mümkün həllərin və yolların mövcud olduğuna olan inamdır (Li & Monroe, 2019). Beləliklə, gənclərdə gələcəyə dair ümid hissini olub-olmadığını ölçmək onların Antroposen dövründə fəaliyyətliliyə malik olma dərəcəsini qiymətləndirmək üçün vacibdir.

Antroposendə fəaliyyətlilik

144. Təbiət fənninin tədrisində şagirdlərdə ölçülməli olan ətraf mühitlə bağlı nəticələrin mərkəzi konstruksiyası Antroposendə fəaliyyətlilik kimi müəyyən edilmişdir (Box 12). Bu konstruksiya və onunla əlaqəli kompetensiyaların tam təfərrüatını əlavə dəstəkləyici sənəddə əldə etmək olar (OECD, 2022).

Cədvəl 12: Antroposendə fəaliyyətlilik

Antroposendə fəaliyyətlilik üzrə kompetensiyalar

145. Antroposen bizim sosial strukturlarımıza və Yer sistemlərimizə ciddi təsiri olan problem dövrünü təmsil edir. Bu problemlərin həlli bizdən bir neçə dəyişikliyi nəzərdən keçirməyi tələb edir: biz insanların bir-birimizlə və ətraf mühitlə qarşılıqlı münasibətdə dəyişiklik; ümumi mühitimizdə dəyişiklik; texnologiyalarımızda dəyişiklik; və dəyər sistemlərimizdə dəyişiklik. Bu antroposentrik dünyada böyüyən gəncdən PISA 2025-də Antroposendə fəaliyyətliliyin konsepsiyasını dəstəkləyən və Cədvəl 13-də qeyd edilmiş PISA 2025 təbiət fənni üzrə Qiymətləndirmənin meyarları əsasında ölçüləcək üç əsas kompetensiya tələb olunur.

Antroposendə fəaliyyətlilik: Tərif

Antroposen çağında fəaliyyətlilik insanların təsiri nəticəsində Yer sistemlərinin əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdiyini və bunun hələ də davam etdiyini başa düşməyi tələb edir. Antroposendə fəaliyyəti olan gənclər iqlim dəyişikliyi, biomüxtəlifliyin itkisi, su qıtlığı və digər mürəkkəb problemlərin və böhranların azaldılması istiqamətində səy göstərdikləri üçün onların hərəkətlərinin təqdir olunacağına, bəyənəcəyinə və effektiv olacağına inanırlar. Antroposendə fəaliyyətlilik bütün növlərin və həyatın qarşılıqlı asılılığını qəbul edən və onlara hörmət edən, insanları ekosistemlərin bir hissəsi (ayrı deyil) hesab edən bir dünya daxilində var olma və fəaliyyət göstərmə üsullarını nəzərdə tutur. Antroposendə fəaliyyətliliyə malik olanlar cəmiyyətlərin ədalətsizliklərə səbəb ola biləcək bir çox xüsusiyyətlərini bilir və çalışırlar ki, bütün insanlar icma və ekosistemin rifahına töhfə verə bilsinlər. Onlar həm sosial, həm də ekoloji (sosio-ekoloji) böhranlar qarşısında ümid, iradə və effektivlik nümayiş etdirirlər. Bundan əlavə, onlar çoxsaylı perspektivlərə və müxtəlif bilik sistemlərinə hörmətlə yanaşır, onları qiymətləndirir və cəmiyyətin rifahının yaxşılaşdırılmasına və davamlı gələcəyə aparan mülki proseslərdə müxtəlif nəsillərin nümayəndələri, digər gənclər və böyükrlərlə əlaqə qurmaq bacarıqlarını nümayiş etdirirlər. Antroposendə fəaliyyətliliyi olan gənclər cəmiyyətimizdə bütün varlıqların üzləşdiyi mürəkkəb problemləri anlamaq və həll etmək üçün həm lokal, həm də global miqyasda fərdi və başqaları ilə əməkdaşlıq çərçivəsində işləyirlər.

Cədvəl 13: Antroposendə fəaliyyətlilik üzrə kompetensiyalar

Antroposendə fəaliyyətlilik nümayiş etdirən 15 yaşlı təhsilalan:

1. İnsanların Yer sistemləri ilə qarşılıqlı təsirini izah edir.
2. Sübutların müxtəlif mənbələrinin qiymətləndirilməsi və ətraf mühitin bərpası və davamlılığı üçün yaradıcı və sistem düşüncəsinin tətbiqi əsasında fəaliyyət göstərmək məqsədilə əsaslandırılmış qərarlar qəbul edir.
3. Sosial-ekoloji böhranların həlli yollarını axtararkən müxtəlif perspektivlərə ümid və hörmət nümayiş etdirir.

Antroposen kompetensiyalarının fəaliyyətdə tətbiqi

146. Antroposendə fəaliyyətlilik üçün tələb olunan bu kompetensiyaların hər birinin əsasında bir sıra bacarıqlar durur. Bu bacarıqlar aşağıda daha ətraflı təsvir edilmişdir. Bacarıqlar həm koqnitiv, həm də qeyri-koqnitiv elementlərin qarışığıdır və Antroposendə fəaliyyətliliyin xarakterini əks etdirir.

Kompetensiya 1: İnsanların Yer sistemləri ilə qarşılıqlı təsirini izah etmək.

147. Bu kompetensiyanın elementləri Elmi kompetensiya 1 (Hadisələri elmi cəhətdən izah etmək) ilə ölçülür. Bu kompetensiya şagirdin insanların Yer sistemlərinə təsirini anlamasını araşdırmaq

üçün insanların fəaliyyətinə fokuslanır. Bu kompetensiya həm ümumi, həm də prosedural bilik tələb edir.

148. İnsanların Yer sistemləri ilə qarşılıqlı təsirini izah edə bilən 15 yaşlı təhsilalan:

1. Ətraf mühitə uyğun olan fiziki, canlı və Yer sistemlərini və onların bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqəsini izah edir.
2. İnsanların bu sistemlərlə zaman keçdikcə yaranan qarşılıqlı əlaqəsi haqqında bilikləri araşdırır və tətbiq edir.
3. İnsanların zaman keçdikcə bu sistemlərə olan mənfi, müsbət təsirlərini izah etmək üçün bu biliyi tətbiq edir.
4. Sosial, mədəni və ya iqtisadi amillərin bu təsirlərə necə təkan verdiyini izah edir.

Kompetensiya 2: Sübutların müxtəlif mənbələrinin qiymətləndirilməsi və ətraf mühitin bərpası və davamlılığı üçün yaradıcı və sistem düşüncəsinin tətbiqi əsasında fəaliyyət göstərmək məqsədilə əsaslandırılmış qərarlar qəbul edir.

149. Bu kompetensiya Elmi bacarıqlar 2 (Elmi araşdırma layihələrinin tərtibi və qiymətləndirilməsi, elmi məlumat və sübutların tənqidi şəkildə şərh) və Elmi bacarıqlar 3 (Qərar qəbulu və fəaliyyət zamanı elmi məlumatın araşdırılması, qiymətləndirilməsi və tətbiqi) ilə ölçülən elementlərə əsaslanır. Bu kompetensiya ümumi, prosedural və epistemoloji bilik tələb edir.

150. Sübutların müxtəlif mənbələrinin tənqidi qiymətləndirilməsi və ətraf mühitin bərpası və qorunması üçün yaradıcı, sistem və müxtəlif yaş kateqoriyalarına xas düşüncənin tətbiqi əsasında fəaliyyət göstərmək məqsədilə əsaslandırılmış qərarlar qəbul edə bilən 15 yaşlı təhsilalan:

- a. Müxtəlif bilik və mənbələrdən sübutları əldə edir və onları tənqidi şəkildə qiymətləndirir.
- b. Yaradıcı və sistem təfəkküründən istifadə edərək indiki və gələcək nəsillər üçün təsirləri nəzərə alaraq sosial-ekoloji problemlərin potensial həll yollarını qiymətləndirir və layihələndirir.
- c. Fikir birliyi ilə əsaslandırılmış qərarlar qəbul etmək üçün fərdi və kollektiv şəkildə mülki proseslərdə iştirak edir.
- d. Məqsədlər təyin edir, müxtəlif yaş qruplarına aid digər gənclər və böyüklərlə əməkdaşlıq edir və müxtəlif miqyaslarda (həm lokal, həm də global) bərpaedici və davamlı sosial-ekoloji dəyişikliklər

istiqamətində fəaliyyət göstərir.

Kompetensiya 3: Sosial-ekoloji böhranların həlli yollarını axtararkən müxtəlif perspektivlərə ümid və hörmət nümayiş etdirir.

151. Bu kompetensiya epistemoloji inanclar, digər insanlara, növlərə və planetə qarşı qayğı və narahatlıq, sosial-ekoloji böhranların həllində effektivlik və vasitəçilik hissləri daxil olmaqla Elmi identifikasiya konsepsiyası ilə ölçülən elementləri ehtiva edir. Bu kompetensiya ümumi, prosedural və epistemoloji bilik tələb edir.

152. Qayğı və ədalət etikasından istifadə edən, sosial və ətraf mühit problemlərinin həlli yollarını axtararkən iradə, ümid, effektivlik və müxtəlif perspektivlərə hörmət nümayiş etdirən 15 yaşlı təhsilalan:

a. İnsanların ətraf mühitdən ayrı deyil, onun bir hissəsi (ekosentrik) olduğu dünyagörüşünə əsaslanaraq bir-birinə və bütün növlərə qayğı etikasını əsasında prosesləri qiymətləndirir.

b. Cəmiyyətlərin ədalətsizliklərə səbəb olan bir çox xüsusiyyətlərini bilir və çalışırlar ki, bütün insanlar icma və ekosistemin rifahına töhfə verə bilsinlər.

c. Sosial-ekoloji böhranların həlli istiqamətində həm fərdi, həm də kollektiv şəkildə iradə, ümid və effektivlik nümayiş etdirir.

d. Problemlərə dair müxtəlif perspektivlərə hörmətlə yanaşır və təsirə məruz qalmış cəmiyyətləri və ekosistemləri bərpa etmək üçün həll yollarını axtarır (Reyes-Garcia, et al., 2019).

Hesabat şkalasının ilkin layihəsi

153. Bu bölmə grafik 6-da göstərilən dörd ballıq şkaladan (yuxarı, orta, təməl və aşağı) istifadə etməklə təbiət fənni üzrə qiymətləndirmə sənədi ilə ölçüləcək koqnitiv elementlərə əsaslanan bacarıqların şkalasının layihəsini təqdim edir. Sahə sınaqlarında və faktiki testlərdə şagirdlərin göstərdikləri nəticələrə görə şkalaya yenidən baxılacaq.

154. Qeyd etmək lazımdır ki, Antroposendə fəaliyyətliliyin yuxarıda müəyyən edilmiş bütün kompetensiyaları koqnitiv testlə ölçülə bilməz. Əvəzində ətraf mühitə fokuslanan və yuxarıda verilmiş kompetensiyaların təsvirinə uyğun gələn təbiət fənni üzrə koqnitiv testdən olan suallar Antroposendə fəaliyyətliliyin elementlərinin ölçüsü olan şkala qurmaq üçün istifadə olunacaq. Qeyri-koqnitiv

yanaşma sorğusu digər elementləri müstəqil şəkildə ölçəcək.

Qrafik 6: PISA 2025-də ətraf mühit üçün təklif olunan hesabat şkalasının ilkin layihəsi

Səviyyə	Təsviri
Yuxarı	Yuxarı səviyyədə şagirdlər Yer sistemlərinin nə olduğunu, onların necə fəaliyyət göstərdiyini və yüksək koqnitiv tələb biliklərindən istifadə edərək bir-biri ilə necə qarşılıqlı əlaqədə olduqlarını izah etmək üçün elmi ideyalardan səmərəli şəkildə istifadə edə bilirlər. Onlar müxtəlif bilik sistemlərindən və bu təsirlərlə bağlı mənbələrdən sübutları əldə etmək və tənqidi qiymətləndirmək yolu ilə insan fəaliyyətinin zaman keçdikcə bu Yer sistemlərinə necə mənfi və müsbət təsirlər göstərdiyini müəyyən edə və izah edə bilirlər. Onlar bu təsirlərlə əlaqəli olan sosial, mədəni və iqtisadi amilləri müəyyən edib izah etməyi bacarırlar. Şagirdlər elm və sistem təfəkkürü ilə bağlı biliklərindən istifadə edərək insanların təsiri nəticəsində yaranan sosial-ekoloji böhranları qiymətləndirə və potensial həll yollarını təklif edə bilirlər. Onlar bu cür həllərin indiki və gələcək nəsillərə necə təsir edə biləcəyini izah edirlər. Şagirdlər ekoloji problemləri həll etmək üçün qəbul edilə bilən qərarlar və tədbirlər üçün ekoloji, sosial, mədəni və iqtisadi səbəblər gətirərək əsaslandırmaqlar təqdim edirlər.
Orta	Orta səviyyədə şagirdlər Yer sistemlərinin nə olduğunu, onların necə fəaliyyət göstərdiyini və/yaxud ən azı orta koqnitiv tələbi olan biliklərindən istifadə edərək bir-biri ilə necə qarşılıqlı əlaqədə olduqlarını izah etmək üçün elmi ideyalardan yararlanırlar. Onlar bu təsirlərlə bağlı birdən çox bilik sistemi və ya mənbədən sübut əldə etmək və qiymətləndirmək yolu ilə insan fəaliyyətinin zaman keçdikcə bu Yer sistemlərinə necə mənfi və ya müsbət təsirlər göstərdiyini müəyyən edə və izah edə bilirlər. Onlar bu təsirlərlə əlaqəli olan sosial, mədəni və iqtisadi amilləri müəyyən edirlər. Şagirdlər öz elmi biliklərindən və sistem düşüncələrindən istifadə edərək insanların təsiri nəticəsində yaranan sosial, ətraf mühit və ekoloji böhranlara potensial həll yollarını qiymətləndirə və/yaxud layihələndirə bilirlər. Onlar bu cür həllərin onlara və ailələrinə necə təsir edə biləcəyini izah etməyi bacarırlar. Şagirdlər qərarları və ekoloji problemləri həll etmək üçün görülməli tədbirləri bir və ya iki ekoloji, sosial, mədəni və iqtisadi səbəb gətirərək əsaslandırırlar.

Təməl	Təməl səviyyədə şagirdlər bəzi Yer sistemlərinin nə olduğunu müəyyən edə və aşağı koqnitiv tələbi olan biliklərdən istifadə edərək onların necə işlədiyini izah edə bilirlər. Onlar yalnız bir bilik sistemindən və ya mənbədən əldə edilən sübutlardan istifadə edərək, insan fəaliyyətinin zaman keçdikcə bu Yer sistemlərinə necə mənfi və ya müsbət təsir göstərdiyinə dair sadə və ümumi nümunələri müəyyənləşdirirlər. Onlar bu təsirlərlə əlaqəli olan məhdud sayda sosial, mədəni və/və ya iqtisadi amilləri müəyyən edə bilirlər. Onlar sistem düşüncəsinsən istifadə edərək insanların təsiri nəticəsində yaranan sosial, ətraf mühit və/və ya ekoloji böhrana bir potensial həll yolu təklif etməyi bacarırlar. Onlar bu cür həllərin onlara necə təsir edə biləcəyini izah edirlər. Şagirdlər qərarları və ekoloji problemləri həll etmək üçün görülə biləcək tədbirləri ekoloji, sosial, mədəni və iqtisadi səbəblərdən birini göstərərək sadə şəkildə əsaslandırırlar.
Aşağı	Aşağı səviyyədə tələbələr Yer sistemini müəyyən edə və aşağı koqnitiv tələbi olan biliklərdən istifadə edərək onun necə işlədiyini izah edə bilirlər. Onlar insan fəaliyyətinin zaman keçdikcə bu Yer sistemə mənfi və ya müsbət təsirlərinin sadə və ya ümumi nümunəsini müəyyənləşdirirlər. Bunu bir sübutdan istifadə edərək əsaslandırma bilirlər və onun təsiri ilə əlaqəli olan sosial, mədəni və/və ya iqtisadi faktoru müəyyən edə bilirlər. Şagirdlər sistem düşüncəsindən istifadə edərək insanların təsiri nəticəsində yaranan ekoloji böhrana bir potensial həll yolu təklif edirlər. Onlar belə bir həllin onlara necə təsir edə biləcəyini izah edirlər. Şagirdlər bir ekoloji, sosial, mədəni və ya iqtisadi səbəbdən istifadə edərək ekoloji problemi həll etmək üçün qəbul edilə bilən qərar və fəaliyyət istiqamətində sadə əsaslandırma təqdim etməyi bacarırlar.

Ətraf mühit şkalasının qiymətləndirilməsi

155. Bu şkala təbiət fənni çərçivəsində ətraf mühit və ya ekoloji xarakterli hesab edilə bilən hər hansı bir elmlə açıq şəkildə əlaqəli olan ümumi, prosedural və epistemoloji bilik suallarından istifadə edilməklə qurulacaq. Ətraf mühit kompetensiyasının buna oxşar qiymətləndirilməsi 2006-cı ildə "On beş yaşında ətraf mühitin dostu" layihəsi üçün aparılmışdır. Təbiət fənni üzrə

testin koqnitiv fokusuna görə yalnız 1-ci və 2-ci kompetensiyaları ölçmək mümkün olacaq. Bu konstruksiyanı tam ölçmək üçün qeyri-koqnitiv sorğu vasitəsilə aşağıdakılar haqqında suallar vermək lazım olacaq:

- İnsanlar və ya bu məsələlərdə maraqlı olan qruplar tərəfindən ətraf mühit/sağlamlıq haqqında irəli sürülən iddialara digər dəyərlər/biliklər (məsələn, peyvənddən imtina edən, onun ciddi əlavə təsirlərinin olduğunu və ya bir sıra peyvənd olunmuş insanların dünyasını dəyişdiyini iddia edən şəxslərə cavab vermək) əsasında cavab vermək üçün lazım olan elm
- Ətraf mühit/sağlamlıq tədbirləri ilə bağlı müxtəlif yanaşmaları cavablandırmaq üçün münasib olan elmi biliyin, o cümlədən mümkün araşdırmaların müəyyənləşdirilməsi və şəxsi fəaliyyətə dair qərarın qəbulu (məsələn, ən vəhşi yırtıcıların yenidən yerli milli parka yerləşdirilməsindən narahat olan fermerlərin müxtəlif narahatlıqlarına cavab vermək üçün lazım olan elmi tədqiqatların müəyyən edilməsi və ya introduksiya edilmiş növlərin, məsələn yabanı atların məhv edilməsi barədə qərarın qəbul edilməsi, sualların, məsələn elmi araşdırmaların narahatlıq və ya iddiaların siyahısı ilə uyğunlaşdırılmasını əhatə edə bilər)
- Ətraf mühitlə bağlı polemikada müxtəlif mövqelərdən hansıların elmi əsaslı, hansıların isə digər bilik və dəyərlərə əsaslandığının müəyyən edilməsi
- Şəxsi və ya ictimai sağlamlıq/ekoloji problemə aid olan elmi bilikləri nəzərə almaqla müxtəlif alternativlərin ölçülməsi. Məsələn, çoxadamlı bir qonaqlıq üçün plastik fincanlardan istifadə etməliyəm, yoxsa şüşə fincanlardan istifadə edib sonra qabyuyan maşında yumalıyam – bu məsələni qabyuyan maşının enerji sərfiyyatı, su və yuyucu vasitələrdən istifadə, plastik məhsulun təkrar emalı və s. ilə əlaqələndirəcək və sualda sadəcə olaraq hansı ideyaların qərar qəbul etməkdə əlverişli olduğu soruşula bilər
- Sahə üzrə elmi tədqiqatları qanunauyğun şəkildə əsaslandıran sosial-ekoloji mülahizələrin müəyyən edilməsi (məsələn, mobil

telefonların texniki dizaynı üzrə elmi inkişaf tədqiqatlarında hansı məsələlərin qərarların qəbulu üçün gözlənilə biləcəyi və hansı prinsiplərin (iqtisadi, mədəni, etik və ekoloji) əhatələndiyi, istismar təcrübələrinə əsasən nadir metalların hardan əldə edilməsi, hasilat xərcləri, materialların təkrar emal imkanları, telefonla bağlı reklam kampaniyası, telefonun rənginə dair istifadəçi rəyi)

- Sosial-ekoloji sistemin müxtəlif hissələri üzrə konkret qərarlardan irəli gələn nəticələrin proqnozlaşdırılması. Məsələn, əhali tərəfindən müxtəlif məqsədlər üçün istifadə olunan, lakin kənd təsərrüfatında pestisidlərin istifadəsi ilə getdikcə daha da çox çirklənən yeraltı su təbəqələri ilə əlaqəli kompleks sistemin xəritələşdirilməsi. İnsanlar qidalanma və dolanışiq üçün kənd təsərrüfatından asılıdır və bu xəritələşmə su istifadəsi və ya pestisidlərin istifadəsi ilə bağlı müəyyən qərardan hansı ekoloji nəticələrin baş verə biləcəyini proqnozlaşdırır ki, bu da iqtisadi və rekreasiya sistemləri vasitəsilə hansı yollarla ətraf mühitin mənfi təsirə məruz qaldığını bilməkdən asılı ola bilər.

7. Nümunə suallar

156. Bu bölmədə elm vahidlərinin doqquz nümunəsi təqdim olunur. Tapşırıqın sualları elə verilib ki, ekranda onların yerini dəyişmək və təqdim etmək olsun.

Elmi nümunə 1: İstixana

157. 1-ci elmi nümunə İSTİXANA adlanır və Yer atmosferinin orta temperaturunun artması ilə əlaqədardır. Stimullaşdırıcı material “İstixana effekti” terminini təqdim edən qısa mətndən ibarətdir və Yer atmosferinin orta temperaturu və zaman keçdikcə Yərə karbon qazı emissiyası haqqında qrafik məlumatları ehtiva edir.

158. Tətbiq sahəsi qlobal şəraitdə Ətraf Mühitin Keyfiyyətidir.

PISA 2025

?

İSTİXANA 1

ARTAN İSTİXANA EFFEKTİ: FAKT, YOXSA UYDURMA?

Yerdəki canlıların əksəriyyətini təmin edən enerji günəş radiasiyasından qaynaqlanır. Yer atmosfer təbəqəsi planetimizin ətrafında qoruyucu örtük rolunu oynayır, günəş radiasiyasının keçməsinə imkan verir və Yerdən geriə yayılan enerjinin bir hissəsini udur.

Yerin atmosfer qatı istilik enerjisini udduğuna görə onun orta temperaturu yüksəkdir. Beləliklə, Yerin atmosfer təbəqəsi istixanaya bənzəyir. Belə ki, istixanada şüşələr günəşdən gələn istilik enerjisini udur və içərinə isti saxlayır.

Məlumatlar göstərir ki, Yer atmosferinin orta temperaturu son əsrdə əhəmiyyətli dərəcədə artıb. Bu orta temperatur artımının səbəbi atmosferdə karbon qazının artması ilə əlaqələndirilir ki, bu da atmosferin istiliyi daha effektiv tutmasına səbəb olur. Beləliklə, istixana effekti CO₂ tərəfindən gücləndirilir.

Şagird André Yer atmosferinin orta temperaturu ilə Yerdəki karbon qazı emissiyası arasında mümkün əlaqə ilə maraqlanır.

PISA 2025

İSTİXANA 2

André dövlətin internet sahifəsində iki qrafiklə rast gəlir.

O bu iki qrafikdən belə nəticəyə gəlir ki, Yer atmosferinin orta temperaturunun artmasının dəqiq səbəbi karbon qazının emissiyasının artmasıdır.

S1. Bəs qrafiklər Andrénin gəldiyi nəticəni təsdiqləyirmi?

Digər şagird Janna isə iki qrafiki müqayisə etdikdən sonra Andrénin gəldiyi nəticə ilə razılaşmır.

S2. Qrafiklərin Andrénin iddiasını təsdiqləməyən hissəsinə aid nümunə göstərin. Cavabınızı izah edin.

Dövlətə məxsus internet sahifəsi

Karbon qazı emissiyası
(1 ildə milyard tonlarla)

İllər

Yerin atmosfer qatının orta temperaturu
(°C)

İllər

Qrafik 7: İSTİXANA üçün çərçivə təsnifatı Sual 1

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Prosedural
Kompetensiya	Elmi araşdırma layihələrinin tərtibi və qiymətləndirilməsi, elmi məlumat və sübutların tənqidi şəkildə şərh
Kontekst	Ətraf mühit, Qlobal
Koqnitiv tələb	Orta

159. Sual 1 şagirdlərdən hər iki qrafikdə göstərilən məlumatları başa düşməyi və onların mənasını şərh etməyi tələb edir. Bu sual bir neçə əlaqəli mərhələləri əhatə edən qrafiklərin şərhini tələb edir. Sual orta koqnitiv sual kimi təsnif edilir.

Qrafik 8: İSTİXANA üçün çərçivə təsnifatı sual 2

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Prosedural
Kompetensiya	Elmi araşdırma layihələrinin tərtibi və qiymətləndirilməsi, elmi məlumat və sübutların tənqidi şəkildə şərh
Kontekst	Ətraf mühit, Qlobal
Koqnitiv tələb	Orta

160. Sual 2 də şagirdlərdən hər iki qrafikdə göstərilən məlumatları başa düşməyi və onların mənasını şərh etməyi tələb edir. Bu sual bir neçə əlaqəli mərhələləri əhatə edən qrafiklərin şərhini tələb edir. Sual qrafikin spesifik xüsusiyyətinin müəyyən edilməsini tələb etdiyi üçün bir az daha çətinləşdirilmiş olsa da, o da orta koqnitiv sual kimi təsnif edilir.

PISA 2025

İSTİXANA 3

André israr edir ki, Yer atmosferinin orta temperaturunun yüksəlməsi karbon qazı emissiyasının artması ilə əlaqədardır. Ancaq Janna düşünür ki, o, qərar verməyə tələsir. O deyir: “Bu nəticəni qəbul etməzdən əvvəl əmin olmalısən ki, buna səbəb olan başqa amillər mövcud deyil.

S3. Yerdəki orta temperaturun dəyişməsinə səbəb ola biləcək başqa bir amili qeyd edin:

Dövlətə məxsus internet sahifəsi

Karbon qazı emissiyası
(1 ildə milyard tonlarla)

İllər

Yerin atmosfer qatının
orta temperaturu
(°C)

İllər

Qrafik 9: İSTİXANA üçün çərçivə təsnifatı sual 3

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Ümumi
Kompetensiya	Hadisələri elmi cəhətdən şərh edir
Kontekst	Ətraf mühit, Qlobal
Koqnitiv tələb	Aşağı

161. Sual 3-də şagirdlərdən tələb olunur ki, qlobal istiləşməyə gətirib çıxaran alternativ bir amil haqqında yazmaq üçün elmi biliklərdən istifadə etsinlər. Bu sual orta koqnitiv tələbə malik hesab olunur.

PISA 2025

İSTİXANA 4

S4. Alimlərin orta temperaturun yüksəlməsinin karbon qazının artan emissiyası ilə bağlı olub-olmaması barədə qərar vermələri üçün aşağıdakılardan hansı (bir və ya bir neçəsi) tutarlı sübut yaratmaq üçün vacib hesab edilə bilər?

- Karbon qazının Yer in temperaturuna necə təsir etdiyini dair elmi cəhətdən izah etmək.
- İqlim dəyişikliyi iddialarına və bərpa olunan enerji siyasətinə cəmiyyətin münasibətini araşdırmaq.
- Havada karbon qazının artmasının insan fəaliyyətinin artması ilə əlaqəli olduğunu göstərmək.
- Atmosferdəki karbon qazının artmasının dünyanın hər yerində temperaturun yüksəlməsinə necə səbəb olacağını izah edən modellər hazırlamaq.
- Yer in temperaturunun həmişə necə dəyişkən olduğunu göstərmək.

Qrafik 10: İSTİXANA üçün çərçivə təsnifatı sual 4

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Epistemoloji
Kompetensiya	Elmi məlumatları araşdırmaq, qiymətləndirmək, və onlardan qərar qəbulu və fəaliyyət üçün istifadə etmək
Kontekst	Ətraf mühit, Qlobal
Koqnitiv tələb	Yuxarı

162. Sual 4-də şagirdlərdən tələb olunur ki, elmi sübutların mahiyyəti və argumentin qurulmasında onlardan ən vacib olanı haqqında mühakimə yürütmək üçün öz epistemoloji biliklərindən istifadə etsinlər. Sual yüksək koqnitiv tələbi olan sual kimi təsnif edilir.

PISA 2025

İSTİXANA 5

S5. Fərqli fikirlər irəli sürən və kimin doğru olduğunu öyrənməyə çalışan André və Janna aşağıda sadalanan müxtəlif məlumat mənbələrini araşdırırlar. Ən etibarlı hesab etdiyiniz mənbələri işarələyin.

- Bir enerji şirkətinin jurnalında iqlim haqqında elmdən bəhs edən bir məqalə.
- Milli Elmi Cəmiyyətin son on il ərzində iqlim dəyişikliyi ilə bağlı elmi işlərin xülasəsini təqdim edən hesabatı.
- İqlim dəyişikliyinə modeləşdirilməsi ilə bağlı ekspert yoxlamasından keçən elmi jurnalda dərc olunmuş məqalə.
- Elm adamları arasında konsensusu ümumiləşdirən elmi araşdırma jurnalında məqalə.
- Jurnalda iki alim arasındakı elmi müzakirəni əks etdirən rəy yazısı.
- Sosial mediada bəzi alimlərin temperaturun yüksəlməsi ilə bağlı mövcud izahlarla necə razılaşmadığını müzakirə edən debat.

Qrafik 11: İSTİXANA üçün çərçivə təsnifatı sual 5

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Epistemoloji
Kompetensiya	Elmi məlumatları araşdırmaq,
Kontekst	Ətraf mühit, Qlobal
Koqnitiv tələb	Orta

163. Sual 5-də şagirdlərdən tələb olunur ki, elmi sübutların mahiyyəti və arqumentin qurulmasında onlardan ən etibarlı olanı haqqında mühakimə yürütmək üçün öz epistemoloji biliklərindən istifadə etsinlər. Sual yüksək koqnitiv tələbi olan sual kimi təsnif edilir.

PISA 2025

İSTİXANA 6

S6. Fikir mübadiləsi zamanı André və Janna alimlərin iqlim dəyişikliyi ilə bağlı araşdırmalarının siyasi və sosial təzyiqlərdən və rəylərdən təsirlənib-təsirlənmədiyini müzakirə edirlər. Aşağıdakı elmi təcrübələrdən hansı ikisi elmi tapıntıların etibarlı olmasını təmin etmək üçün ən vacibidir?

- Alimlər öz fikirləri və topladıqları məlumatların mənası haqqında müzakirə edirlər. Əgər alimlər məqbul sayda tapıntı haqqında rəy birliyi nümayiş etdirirlərsə, tapıntılar etibarlı hesab olunur.
- Alimlər topladıqları dəlilləri sınaqdan keçirmək üçün modellər icad edirlər.
- Alimlər ölçmələrin dəqiq aparıldığına əmin olmaq üçün özəl sənaye sektoru ilə əməkdaşlıq edirlər.
- Nəşr edilməzdən əvvəl elmi məqalələr digər elm adamları tərəfindən ekspert yoxlamasından keçirilir. Tapıntılar kifayət qədər inandırıcı olmasa, əlyazmaya imtina verilir.
- Alimlər ictimaiyyətin də anlaması üçün hesabatlarında gündəlik dildən istifadə edirlər.
- Alimlər məlumatları dərc etməzdən əvvəl onların düzgünlüyünə əmin olurlar.

Qrafik 12: İSTİXANA üçün çərçivə təsnifatı sual 6

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi		
Biliyin növü	Epistemoloji		
Kompetensiya	Elmi	məlumatları	araşdırmaq,
Kontekst	Ətraf mühit, Qlobal		
Koqnitiv tələb	Yüksək		

164. Sual 6-da şagirdlərdən tələb olunur ki, elmi sübutların mahiyyəti və arqumentin qurulmasında onlardan ən etibarlı olanı haqqında mühakimə yürütmək üçün öz epistemoloji biliklərindən istifadə etsinlər. Sual yüksək koqnitiv tələbi olan sual kimi təsnif edilir.
165. Yuxarıda verilən ekran görüntüləri İstixana suallarının kompüterdə necə təqdim ediləcəyini göstərir. Mətn və qrafiklər mahiyyət etibarlı ilə dəyişməzdir, şagirdlər qrafiklərə və mətnə baxmaq üçün ekranın yuxarı sağ hissəsində səhifəni çevirmək üçün olan düymədən istifadə edirlər. Kağız üzərində imtahan

zamanı suallar açıq cavablar tələb etdiyinə görə, kompüter əsaslı imtahan da açıq cavab formatını tələb edir ki, bu da imtahanın keçirilmə formaları arasında müqayisəliliyi təmin edir və buna görə də tendensiyaları qoruyur.

Elmi nümunə 2: Siqaret çəkmək

166. 2015-ci ilə aid bu sual nümunəsi siqaretin zərərli təsiri ilə əlaqəli müxtəlif sübut formalarını və insanlara siqareti dayandırmağa kömək etmək üçün istifadə olunan üsulları araşdırır. 2025-ci ildə təbiət fənni üzrə yeni suallar yalnız kompüter əsaslı imtahan üçün hazırlanacaq və buna görə də bu nümunə yalnız ekran formatında təqdim olunur.

167. PISA 2015 kompüter platformasındakı imtahan zamanı standart sual növləri şaquli bölünmüş ekranda göstərilir. Mətn və ya qrafik sağ tərəfdə, suallar və cavab mexanizmləri isə sol tərəfdə olur.

SİQARET ÇƏKMƏK: Sual 1

168. Bu sual şagirdlərdən tələb edir ki, elmi anlayışlar haqqında biliklərindən istifadə edərək verilmiş sübutları şərh etsinlər. Onlar siqaretin potensial zərərli təsirləri ilə bağlı ilkin tədqiqatlar haqqında təqdim olunan məlumatları oxumalı və sonra sualı cavablandırmaq üçün menyudan iki variant seçməlidirlər.



Siqaret çəkmək 1



Con və Rouz məktəb layihəsi üçün siqaret çəkməyi araşdırırlar.

Sağ tərəfdə Conun araşdırması haqqında oxuyun. Sonra aşağıdakı suala cavab verin.

Aşağıdakı siyahıdan siqaret şirkətlərinin nə üçün siqaret tüstüsünün qatranının insanlarda xərçəngə səbəb olmadığına dair iddialarına sübutun olmadığını göstərən iki səbəb seçin.

☐	İnsanların qatrana qarşı immuniteti var.
☐	Təcrübələr siçanlar üzərində aparılıb.
	Siqaretin tərkibində olan kimyəvi maddələr qatranın təsirini azaldır.
☐	İnsanlar siçanlardan fərqli reaksiya göstərə bilər.
	Siqaretdəki filtr tüstünün tərkibindəki bütün qatranı təmizləyir.

Conun araşdırması

1950-ci illərdə aparılan araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, siqaret tüstüsünün qatranı siçanlarda xərçəngə səbəb olur. Tütün şirkətləri iddia edirdilər ki, siqaretin insanlarda xərçəngə səbəb olduğuna dair heç bir sübut yoxdur. Onlar, eyni zamanda, filtrli siqaretlər istehsal etməyə başladılar.



169. Bu sualda şagirdlər hadisələri elmi cəhətdən izah etmək bacarığından istifadə edərək ümumi biliklərini tətbiq etməlidirlər. Kontekst yerli/milli mühitdə sağlamlıq və xəstəlikdən ibarətdir. Koqnitiv tələb konseptual biliklərin istifadəsini və tətbiqini tələb edir və buna görə də orta səviyyəli tələb kimi təsnif edilir.

Qrafik 13: SİQARET ÇƏKMƏK üçün çərçivə təsnifatı Sual 1

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Ümumi
Kompetensiya	Hadisələri elmi cəhətdən izah etmək
Kontekst	Sağlamlıq və səstəlik, Lokal/ Milli
Koqnitiv tələb	Orta

SİQARET ÇƏKMƏK: sual 2

170. Bu sual şagirdlərin məlumatları anlamalarını araşdırır.

171. Ekranın sağ tərəfində siqaret istehlakı və kişilər arasında ağciyər xərçəngi səbəbilə baş verən ölüm halları haqqında uzun bir dövrü əhatə edən həqiqi məlumatlar göstərilmişdir. Şagirdlər ekranın sol tərəfində verilmiş cavabların yanındakı dairəvi düymələrdən birinin üzərinə gəlib vizual məlumatın ən doğru təsvirini seçirlər.

Siqaret çəkmək 2



Rouz siqaret çəkmək haqqında araşdırarkən bir qrafiklə rastlaşır.

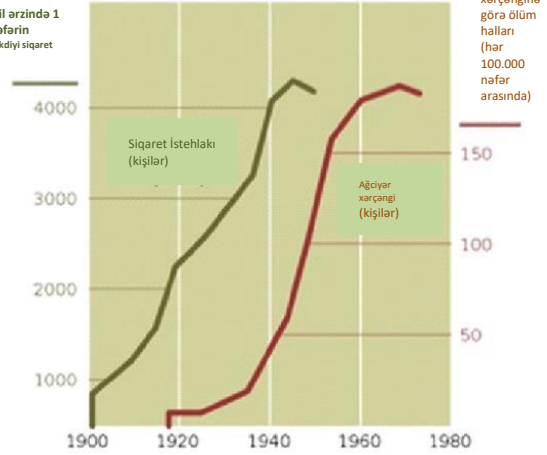
Rouzun sağ tərəfdə verilmiş araşdırmasına baxın. Sonra aşağıdakı sual üçün ən yaxşı cavabı seçin.

Hansı cümlə qrafikdə göstərilən məlumatları daha yaxşı təsvir edir?

- ☐ Qrafik göstərir ki, siqaret çəkən bütün kişilərdə ağciyər xərçəngi yaranır.
- ☐ Qrafik göstərir ki, 1940-cı illərdə 2010-cu ilə nisbətən daha çox kişi siqaret çəkib.
- ☐ Siqaret çəkməklə ağciyər xərçəngindən baş verən ölüm arasında heç bir əlaqə yoxdur.
- ☐ Siqaret çəkməklə ağciyər xərçəngindən baş verən ölüm halları arasında əlaqə var.

Rouzun araşdırması

1 il ərzində 1 nəfərin çəkdiyi siqaret



172. Bu sual elmi araşdırma layihələrinin tərtibi və qiymətləndirilməsi, elmi məlumat və sübutların tənqidi şəkildə şərhli kompetensiyası əsasında ümumi biliyi yoxlayır.

173. Kontekst yerli/milli mühitdə tətbiq edilən sağlamlıq və xəstəlik mövzudur. Şagirdlər iki qrafik arasındakı əlaqəni şərh etməli olduqları üçün koqnitiv tələb orta səviyyəli tələb kimi təsnif edilir.

Qrafik 14: SIQARET ÇƏKMƏK üçün çərçivə təsnifatı Sual 2

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Prosedural
Kompetensiya	Elmi araşdırma layihələrinin tərtibi və qiymətləndirilməsi, elmi məlumat və sübutların tənqidi şəkildə şərh
Kontekst	Sağlamlıq və xəstəlik, Lokal/ Milli
Kognitiv tələb	Orta

Elmi nümunə 3: Gil güvəc

174. 2015-ci il imtahanına daxil edilən bu sual nümunəsi təbiət elmləri üzrə qiymətləndirmənin həmin ildə tətbiq edilən yeni xüsusiyyətini nümayiş etdirir: elmi bilik və kompetensiyaları araşdırmaq və qiymətləndirmək üçün elmi sorğunun simulyasiyalarından istifadə edərək interaktiv tapşırıqlardan istifadəsi.

175. Bu sual Afrikada mövcud hazır resurslardan istifadə etməklə yerli ehtiyaclar üçün hazırlanan, gil güvəc adlanan və ucuz əmələ gələn soyuducu qab haqqındadır. Maddi dəyəri və elektrik enerjisinin olmaması bu bölgələrdə soyuducuların istifadəsini məhdudlaşdırır, halbuki isti iqlim şəraitində qidanın saxlanma müddətini uzatmaq üçün onun sərin yerdə saxlanması lazımdır ki, bakteriyalar qidada artaraq sağlamlıq riski yaratmasın.

176. Bu simulyasiyanın ilk ekran görüntüsü gil güvəcin görünüşünü və necə işlədiyini təqdim edir. Şagirdlərdən buxarlanma prosesinin soyumağa necə səbəb olduğunu anlamaları gözlənilmir, gözlənildiyi kimi də olur. İlk layihə PİH-ə 2018-ci ilin aprelində 45-ci iclasdan əvvəl təqdim edildiyinə görə oxucu burada aşağıdakı düzəlişləri görəcək:

GİL GÜVƏC: şəkil və mətn

PISA 2025

Gil güvəc 1

Giriş

Soyuducu gil güvəcdən, əsasən, Afrika ölkələrində istifadə edilir, elektrik enerjisi olmadan qidaları sərin saxlamaq üçün bir ixtiradır.

Kiçik bir gil qab gildən və ya parçadan qapağı olan daha böyük bir gil qabın içərisinə yerləşdirilir. İki qab arasındakı boşluq qumla doldurulur. Bu, içəridəki qazanın ətrafında bir izolyasiya təbəqəsi yaradır. Mütəmadi olaraq quma su əlavə edilir və o, nəm saxlanılır. Su buxarlandığında, içəridəki qazanın temperaturu aşağı düşür.

Yerli insanlar bu güvəcləri gildən – mövcud yerli resursdan düzəldirlər.

İçəridəki gil güvəc
Ərzaq bura yerləşdirilir

İsıq qum təbəqəsi

Böyük gil güvəc

Parça və ya bez qapaq

Ayaqlıq

177. Bu simulyasiyadan istifadə edərək şagirdlərə soyuducu gil güvəcdə qidanı təzə saxlamaq üçün ən səmərəli soyutma effekti (4 °C) yaradacaq şərtləri araşdırmaq tapşırığı verilir. Simulyator müəyyən şərtləri (havanın temperaturunu və rütubəti) sabit saxlayır, lakin orijinal kontekstual parametrləri genişləndirmək üçün bu məlumatları ehtiva edir. Birinci sualda şagirdlərə qum qatının qalınlığını və onun nəmliyini dəyişdirərək gil güvəcdə maksimum miqdarda qidanın təzə saxlanması üçün optimal şəraiti araşdırmaq tapşırılır.

GİL GÜVƏC: Sual 1

PISA 2025

Gil güvəc 2

Sizə bir ailənin ərzağını təzə saxlamaq üçün lazım olan gil güvəcə uyğun ən yaxşı dizaynı araşdırmaq tapşırılıb .

Qidanın təzəliyini maksimum dərəcədə qorumaq və bakteriya artımını minimuma endirmək üçün onu 4°C temperaturda saxlamaq lazımdır.

Verilən simulyatordan istifadə edin və qum təbəqəsinin qalınlığını və rütubətliyini dəyişərək qabda təzə kimi saxlanıla biləcək qidanın maksimum miqdarını (4°C temperaturda) tapın.

Siz bir neçə simulyasiyadan istifadə edə və hər hansı nəticəni təkrarlamaq və ya bilərsiniz.

S1. 4°C temperaturda təzə kimi saxlanılan qidanın maksimum miqdarı _____ kq-dır.

Qum qatının qalınlığı (sm)	Ərzağın miqdarı (kq)	Qumun rütubətliyi (Nam/Quru)	Temperatur (°C)

Sabit dəyişənlər

Havanın temp.: 35°C Rütubət: 70%

Qum qatının qalınlığı (sm): 1 2 3 4 5

Ərzağın miqdarı (kq): 0 4 8 12 16 20

Qumun rütubətliyi: Nam Quru

Məlumatı qeydə al Məlumatı sil

178. Şagirdlər şərtlərini təyin etdikdən sonra (bu, gil güvəcin ekrandakı vizual görüntüsünü də dəyişdirir) “məlumatı qeydə al” düyməsini sıxırlar və o, simulyasiyanı həyata keçirir və məlumat cədvəlini doldurur. Onlar bir neçə məlumat simulyasiyasını işlətməlidirlər və lazım olduqda məlumatları silə və ya hər hansı simulyasiyaları təkrarlamaq bilərlər. Bu ekran daha sonra şagirdlərin hesabladığı 4°C -də təzə kimi saxlanıla biləcək qidanın maksimum miqdarını qeyd edir. Onların bu elmi araşdırma formasının tərtibinə və qiymətləndirilməsinə yanaşmaları növbəti suallarda qiymətləndirilə bilər.

179. Bu sual üzrə biliklərin təsnifatı prosedural xarakterlidir və kompetensiya “Elmi araşdırma layihələrinin tərtibi və qiymətləndirilməsi, elmi məlumat və sübutların tənqidi şəkildə şərh”indən ibarətdir. Kontekst kateqoriyası Təbii sərvətlərdir, lakin Sağlamlıq və xəstəliklə də əlaqəlidir. Bu sualın koqnitiv tələbi yüksəkdir, çünki şagirdlərə mürəkkəb situasiya təqdim edilir və onlar suala cavab vermək üçün sistemli araşdırmalar ardıcılığını formalaşdırmalıdırlar.

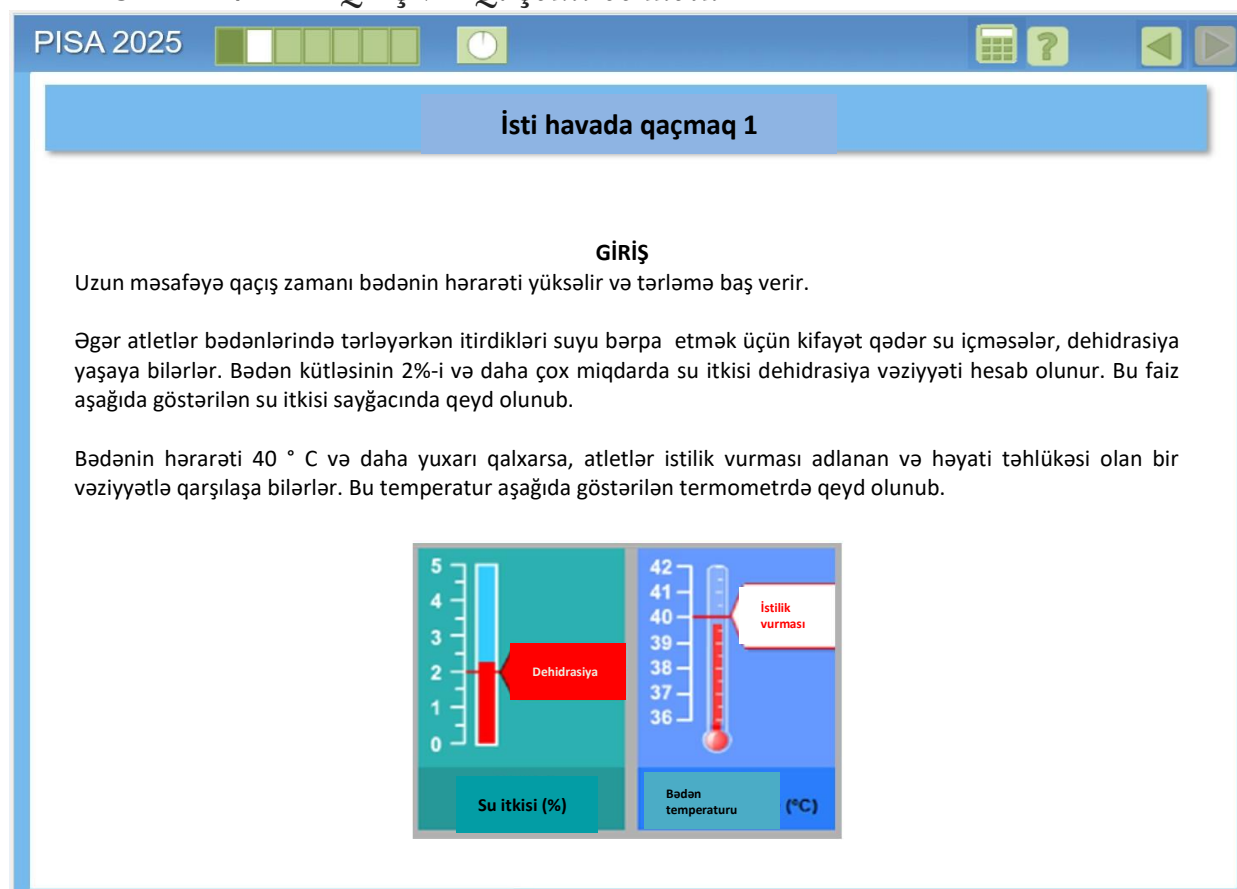
Qrafik 15: GİL GÜVƏC üçün çərçivə təsnifatı sual 1

Çərçivə	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Prosedural
Kompetensiya	Elmi araşdırma layihələrinin tərtibi və qiymətləndirilməsi, elmi məlumat və sübutların tənqidi şəkildə şərh
Kontekst	Təbii sərvətlər
Koqnitiv tələb	Yüksək

Elmi nümunə 4: İsti havada qaçmaq

180. Bu sual hava şəraitinin bəzən isti və/yaxud rütubətli olduğu yerlərdə uzun məsafəyə qaçan atletlərin məşqi kontekstində termotənzimləmə haqqında elmi araşdırma təqdim edir. Simulyasiya şagirdlərə havanın temperaturu və rütubət səviyyəsini, eləcə də simulyasiya edilən atletin su içib-ıçmamasını manipulyasiya etməyə imkan verir. Hər sınaq üçün seçilmiş dəyişənlərlə əlaqəli məlumatlar, o cümlədən havanın temperaturu, havadakı rütubət, su içmək (bəli/yox), tərləmənin miqdarı, su itkisi və bədən temperaturu göstərilir. Atletin nə qədər tərləməsi, su itkisi və bədəninin temperaturu da simulyasiya panelinin yuxarı hissəsində göstərilir. Şərtlər dehidrasiyaya və ya istilik vurmasına səbəb olduqda sağlamlığa zidd olan bu təhlükələr qırmızı bayraqlarla seçilərək fərqləndirilir.

İSTİ HAVADA QAÇMAQ: Şəkil və mətn



181. Suala başlamazdan əvvəl şagirdlər simulyasiya idarəetməsi ilə tanış olurlar və hər bir idarəetmənin necə qurulmasını məşq edirlər. Şagirdlər 1 dəqiqə ərzində tələb olunan

əməliyyatları icra edə bilmədikdə onlara kömək məqsədilə ekranda yardım mesajları görünür. Şagirdlər 2 dəqiqə ərzində heç bir əməliyyat icra etmir və tam fəaliyyətsizlik nümayiş etdirirlərsə və idarəetmə vasitələri verilən təlimatlarda göstərildiyi kimi qurulubsa, o zaman ekranda simulyasiyanın necə görünəcəyi onlara təqdim edilir. Təbiət elmləri bölməsinə başlamazdan əvvəl qoşulduqları oriyentasiyada izah edildiyi kimi, şagirdlər idarəetmə vasitələrinin necə istifadə ediləcəyi, eləcə də bir sıra verilənlərin seçilməsi və ya silinməsi haqqında xatırlatmaları hər bir sual ekranında sol paneldə "Simulyasiyanı necə idarə etməli" nişanının üzərinə klikləməklə əldə edə bilirlər.

İSTİ HAVADA QAÇMAQ: Şəkil və mətn

PISA 2025

İsti havada qaçmaq 2

GİRİŞ

Bu simulyasiya bir saat qaçdıqdan sonra atletdə tərin miqdarını, su itkisini və bədən temperaturunu hesablayan modelə əsaslanır.

Bu simulyasiyada bütün idarəetmə vasitələrinin necə işlədiyini görmək üçün aşağıdakı mərhələləri yerinə yetirin:

1. **Havanın temperaturu** üçün diyiycəyi hərəkət etdirin
2. **Havadakı rütubət** üçün diyiycəyi hərəkət etdirin
3. **Su içmək** üçün "Bəli" və ya "Xeyr" düyməsinin üzərinə klikləyin
4. Nəticələri görmək üçün "İdarə et" düyməsini sıxın. Görəcəksiniz ki, 2% və daha çox su itkisi dehidrasiyaya və 40°C və daha yuxarı bədən hərarəti istilik vurmaya səbəb olur. Nəticələr həm də cədvəldə göstəriləcək.

Qeyd: Simulyasiyada göstərilən nəticələr müxtəlif şəraitlərdə bir saat qaçdıqdan sonra müəyyən bir fərdin bədəninin necə işləməsinin sadələşdirilmiş riyazi modelinə əsaslanır.

Havanın temperaturu (°C)	Havanın rütubətliyi (%)	Su içmək	Tərin miqdarı (litra)	Su itkisi (%)	Bədən temperaturu (°C)

182. Bu sualda şagirdlərə simulyasiyadakı dəyişənlərin hər biri üçün xüsusi qiymətlər verilir. Onlar idarəetmə vasitələrini qeyd olunduğu kimi təyin etməli və simulyasiyanı bircə dəfə işə salmalıdırlar. Qırmızı bayraq göstərir ki, bu şərtlər altında qaçan şəxs su itkisindən əziyyət çəkəcək və bu dehidrasiyaya səbəb olacaq. Bu, bölmədəki ən asan sualdır və şagirdlərdən sadə proseduru yerinə yetirməyi tələb edir. Belə ki, şagirdlər aşağıda

göstərildiyi kimi, displeydə bayraqlı vəziyyəti aydınlaşdırmalı və su itkisinin atleddə dehidrasiyaya səbəb olacağını müəyyən etmək üçün onu şərh etməlidir.

İSTİ HAVADA QAÇMAQ: Sual 1

PISA 2025

İsti havada qaçmaq 3

Simulyasiyanı idarə et

Aşağıda verilənlər əsasında məlumat toplamaq üçün simulyasiyanı işə salın. Bir variantın üzərinə klikləyin və sonra suala cavab vermək üçün cədvəldəki məlumatları seçin.

Atlet isti və rütubətli bir gündə (havanın temperaturu 35°C, rütubəti isə 60%) su içmədən bir saat qaçır. Bu atlet həm dehidrasiya, həm də istilik vurması riski altındadır.

S1. Qaçış zamanı su içmək atletin dehidrasiya və istilik vurması riskinə necə təsir edəcək?

- Su içmək dehidrasiyanı deyil, istilik vurması riskini azaldacaq.
- Su içmək istilik vurmasını deyil, dehidrasiya riskini azaldacaq.
- Su içmək həm istilik vurması, həm də dehidrasiya riskini azaldacaq.
- Su içmək nə istilik vurması, nə də dehidrasiya riskini azaltmayacaq.

Cavabınızı təsdiqləmək üçün cədvəldən iki cavab seçin.

Havanın temperaturu (°C)	Havanın rütubətliyi (%)	Su içmək	Tərin miqdarı (litrlə)	Su itkisi (%)	Bədən temperaturu (°C)

183. Bu simulyasiyada bu tip daha 4 sual var. Simulyasiyaya tam formada aşağıdakı linkdə baxa bilərsiniz:
<http://www.oecd.org/pisa/PISA2015Questions/platform/index.html?user=&domain=SCI>

<http://www.oecd.org/pisa/PISA2015Questions/platform/index.html?unit=S623-RunningInHotWeather&lang=eng-USA>

Qrafik 16: İSTİ HAVADA QAÇMAQ üçün çərçivə təsnifatı Sual 1

Cərcivə	2025 Cərcivə sənədi
Bilivin növü	Prosedural
Kompetensiya	Elmi araşdırma layihələrinin tərtibi və qiymətləndirilməsi, elmi məlumat və sübutların tənqidi şəkildə şərh
Kontekst	Sağlamlıq və xəstəlik
Kognitiv tələb	Orta

Elmi nümunə 5: Datazavrlar

184. Bu sualda şagirdlərə dinozavrlar haqqında məlumatlar təqdim olunur. Alətlər imkan verir ki, verilənlərdəki qanunauyğunluğu müəyyən etmək üçün bir kateqoriya digəri əsasında tərtib edilsin. Sual onların verilən sualları cavablandırmaq üçün hansı məlumatları dəqiqləşdirməli və tərtib etməli olduğunu müəyyən etmək bacarığını yoxlayır.

DATAZAVRLAR: Sual 1

PISA 2025
🔍 ? ⏪ ⏩

Datazavrlar 1

Məlumat alətindən istifadə etmək üçün baxmaq istədiyiniz atributları qrafikdəki oxlara tərəf çəkib aparın. Əgər oxun göstərdiyi atributu başqası ilə əvəz etmək istəyirsinizsə, sadəcə olaraq qrafikə yeni atribut çəkib aparın.

Aşağıdakı suallara cavab verə bilmək üçün verilən məlumatları qrafikdə qurun.

a. Kərtənkələ ombası ilə yeriyan dinozavrlardan neçəsi 2 və ya 4 ayaq üzərində yeriyə bilər?

b. Ən uzun dinozavr necə qidalanır?

c. Dinozavrların çəkisi və yaşadıkları geoloji dövr haqqında müşahidələrinizi yazın.

185. İkinci sualda şagirdlərə məlumatların qrafiki təqdim edilir və nəticəni tənqidi şəkildə qiymətləndirmələri tapşırılır.

DATAZAVRLAR: Sual 2

PISA 2025

Datazavrlar 2

Paleontoloqlar dinosavrların müxtəlif atributlarını tədqiq etmiş və sizə vizuallaşdırma aləti daxilində məlumat təqdim etmişlər. Bu alət sayəsində siz dinosavrların müxtəlif atributları arasındakı əlaqəyə baxa bilərsiniz. Paleontoloqların iddialarından biri odur ki, zaman keçdikcə dinosavrların çəkisi yüngülləşib və bunu sübut etmək üçün onlar aşağıdakı eskizi hazırlayıblar.

Dinosavrların çəkisi ilə yaşadıkları dövr arasında əlaqə varmı?

Bəli ☐ Xeyr ☐

Cavabınızı izah edin.

Atribut
Ad
Qidalanma
Qrup
Omca tipi
Dişlər
Uzunluq (metrlə)
Hündürlük (metrlə)
Çəki (kiloqramla)
Gəzmək üçün istifadə etdiyi ayaqların sayı
Qitə
Geoloji dövr
Milyonlarla il önce dinosavrların yaşadığı dövr

Milyonlarla il önce dinosavrların yaşadığı dövr

Qrafik 17: DATAZAVRLAR üçün cərcivə təsnifatı Sual 2

Çərcivə kateqoriyası	2025 Çərcivə sənədi
Biliyin növü	Prosedural
Kompetensiya	Elmi araşdırma layihələrinin tərtibi və qiymətləndirilməsi, elmi məlumat və sübutların tənqidi şəkildə şərh
Kontekst	Müasir elmi və texnoloji məsələlər (Qlobal)
Koqnitiv tələb	Orta

Elmi nümunə 6: Siqaret çəkməyin təhlükələri

186. Bu sualda şagirdlərə tapşırılır ki, iddianı ən yaxşı şəkildə dəstəkləyən sübut növlərinin qiymətləndirmək üçün epistemoloji biliklərdən istifadə etsinlər.

SİQARET ÇƏKMƏYİN TƏHLÜKƏLƏRİ: Sual 1

PISA 2025

Siqaret çəkmək 3

Siqaret çəkməyin zərərlərinə aid sübutlar

Deyirlər ki, siqaret təhlükəlidir, bəs biz bunu haradan bilək? Aşağıda siqaretin təhlükəli olduğunu göstərən elmi sübutları işarələyin.

- Yaxın dostunuz və ya qohumunuz uzun müddətdir ki, siqaret çəkir və indi xəstədir.
- Statistika göstərir ki, siqaret çəkənlər çəkməyənlərə nisbətən orta hesabla daha gənc yaşda ölürlər.
- Siqaret əleyhinə kampaniyalar aparılır.
- Qəzetlərdə siqaretdən xəstələnən insanlar haqqında xəbərlər yayılır.
- Sübut edilmişdir ki, siqaret çəkənlər siqaret çəkməyənlərə nisbətən daha tez-tez xəstələnir və işə gəlmirlər.
- Restoran və kafelərdə siqaret çəkmək qadağan olunacaq.
- Statistika göstərir ki, təhsili daha çox olanlar daha az siqaret çəkirlər.

Qrafik 19: SİQARET ÇƏKMƏYİN TƏHLÜKƏLƏRİ üçün çərçivə təsnifatı sual

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Epistemoloji
Kompetensiya	Elmi məlumatları araşdırmaq,
Kontekst	Sağlamlığa təhlükə (Qlobal)
Kognitiv tələb	Orta

Elmi nümunə 7: Biz kimə inanmalıyıq?

187. Aşağıdakı sual epistemoloji biliyi yoxlamaq üçün istifadə edilə bilən sual növünə nümunədir.

BİZ KİMƏ İNANMALIYIQ? Sual 1

PISA 2025

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Biz kimə inanmalıyıq?

Alimlər və onların fəaliyyəti

Siz Feysbukda peyvəndlərin təhlükəli olduğunu iddia edən bir məqalə oxudunuz. Aşağıdakı səbəblərdən hansı sizdə bunun doğru olub-olmamasına dair şübhə yarada bilər? Sizdə məqaləyə dair şübhə yarada biləcək bütün səbəbləri işarələyin.

- Məqalə onlayn jurnalda dərc olunub.
- Məqalə ekspert yoxlamasından keçməyib.
- Məqalə elmi konsensusa uyğun gəlmir.
- Müəllif nüvə fizikası üzrə ixtisaslaşmış alimdir.
- Müəllif bildirir ki, o, övladlarının peyvənd olunmasına icazə verməyib.
- Əksər elmi konsensus bu məqalə ilə razılaşmır.
- Elm adamları heç vaxt razılaşmırlar.

Qrafik 20: BİZ KİMƏ İNANMALIYIQ üçün çərçivə təsnifatı Sual

Çərçivə	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Epistemoloji
Kompetensiya	Məlumatları araşdırmaq, qiymətləndirmək, və onlardan qərar qəbulu və fəaliyyət üçün istifadə etmək
Kontekst	Sağlamlığa təhlükə (Qlobal)
Kognitiv tələb	Orta

Elmi nümunə 8: Ali Yirtıcılar

188. Aşağıdakı sual Antroposendə fəaliyyətlilik üçün tələb olunan sosial-ekoloji bilikləri yoxlamaq məqsədilə istifadə edilə bilən sual növünə nümunədir.

ALİ YIRTICILAR: Şəkil və mətn

PISA 2025

Ali yırtıcılar 1

Avstraliyanın Qariverd Milli Parkına yırtıcıların gətirilməsi burada biomüxtəlifliyin dəyişməsinə səbəb olub.

Təklif edilir ki, dinqonun – Avstraliyaya məxsus yerli it cinsinin yenidən bura introduksiya edilməsi ekosistemin tarazlığını düzəldə bilər.

Diagram dinqonun parka gətirilməsinin vəziyyəti necə düzəldə biləcəyini göstərir.

Qalın xətlər birbaşa təsiri, qırıq-qırıq xətlər isə dolaylı təsiri bildirir. '+' işarəsi müsbət təsi, '-' işarəsi isə mənfi təsiri göstərir.

Biomüxtəlifliyin diaqramı

```

graph TD
    Dinqo -- "-" --> Tulkü
    Dinqo -- "-" --> Pişik
    Dinqo -- "-" --> VallabiDovşan
    Dinqo -- "-" --> BoyükOtyeyanlar
    Tulkü -- "+" --> VallabiDovşan
    Pişik -- "-" --> VallabiDovşan
    BoyükOtyeyanlar -- "-" --> BitkiBiokütləsiAltMərtəbəninMürəkkəbliyi
    BitkiBiokütləsiAltMərtəbəninMürəkkəbliyi -- "+" --> KiçikOnuğalılar
    KiçikOnuğalılar -. "+" .-> Dinqo
    Dinqo -. "+" .-> BitkiBiokütləsiAltMərtəbəninMürəkkəbliyi
  
```


ALİ YIRTICILAR: Sual 1 & 2

PISA 2025

Ali yırtıcılar 2

S1. Dinqolar yenidən parka gətirilərsə, aşağıdakılardan hansıların diaqramda göstəriləcəyini seçin:

- ☐ Vallabi-dovşanın populyasiyası azalacaq.
- ☐ Kiçik onurğalıların sayı artacaq.
- ☐ Böyük otzeyənlərin sayı azalacaq.
- ☐ Bitki biokütləsi artacaq.

S2. Aşağıdakılardan hansı diaqramda göstərilir?

- ☐ Tülkü və pişik populyasiyası azalacaq, çünki onlar dinqo tərəfindən ovlanır.
- ☐ Vallabi-dovşanların sayı artdığına görə tülkü və pişiklərin də sayı çoxalacaq.
- ☐ Dinqolar tülkülərin, pişiklərin və böyük otzeyənlərin sayına birbaşa təsir göstərəcək.
- ☐ Dinqolar otzeyənlərin sayını azaltdığına görə bitki biokütləsi artacaq.

Biomüxtəlifliyin diaqramı

Qrafik 21: ALİ YIRTICILAR üçün çərçivə təsnifatı Sual 1

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Ümumi
Kompetensiya	Hadisələri elmi cəhətdən izah etmək
Kontekst	Ətraf mühitə təsir & iqlim dəyişikliyi (Lokal)
Koqnitiv tələb	Orta

Qrafik2 2: ALİ YIRTICILAR üçün çərçivə təsnifatı sual 2

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Ümumi
Kompetensiya	Hadisələri elmi cəhətdən izah etmək
Kontekst	Ətraf mühitə təsir & iqlim dəyişikliyi (Lokal)
Kognitiv tələb	Aşağı

ALİ YIRTICILAR: Sual 3

PISA 2025

Ali Yirtıcılar 3

Fermerlər və turizm agentlikləri bu təklifə etiraz edirlər. Onlar qorxurlar ki, dinqolar fermalardakı qoyunlara hücum edəcək və həmçinin parkda gəzən turistlər üçün təhlükə yaradacaqlar.

S3. KİV-də yayılan açıqlamalarda aşağıdakı etirazlar yazılıb. Bunlardan hansı alimlər tərəfindən araşdırıla bilər?

- ☐ Dinqolar sadəcə vəhşi itlər və zərərvericilərdir.
- ☐ Dinqolar mal-qara üçün təhlükəli ola biləcək xəstəlik daşıyıcısıdır.
- ☐ Dinqonun yırtıcılığı koala populyasiyasını təhlükə altına salacaq.
- ☐ Dinqolar turistləri qorxudub qaçıracaq.
- ☐ Dinqolar artıb çoxalacaq və parkları zəbt edəcəklər.

Biomüxtəlifliyin diaqramı

Qrafik 23: ALİ YIRTICILAR üçün çərçivə təsnifatı sual 3

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Epistemoloji & Ümumi
Kompetensiya	Məlumatları araşdırmaq, qiymətləndirmək, və onlardan qərar qəbulu və fəaliyyət üçün istifadə etmək
Kontekst	Ətraf mühitə təsir & iqlim dəyişikliyi (Lokal)
Kognitiv tələb	Orta

ALİ YIRTICILAR: Sual 4

PISA 2025

Ali Yırtıcılar 4

S4. Bu məsələnin müzakirəsi zamanı irəli sürülən aşağıdakı arqumentlərdən hansılar elmi dəlillərə əsaslanır (S) və hansılar əsaslanmır (N)?

S
N

Canavarların introduksiyası təcrübəsinə əsaslanaraq dinqoların bura gətirilməsi üçün irəli sürülən arqumentlər yanlış ola bilər, çünki ekoloji şərait fərqlidir.

S
N

Dinqo yerli bir növ hesab edilməməlidir, çünki o, əvvəlcə yerli əhali tərəfindən Avstraliyaya gətirilmişdir.

S
N

Dinqolara sürü ilə gəzməyə icazə verilərsə, onların sayını tənzimləmək lazımdır və onlar təsərrüfat heyvanları üçün təhlükə yaratmamalıdır.

S
N

Dinqolar parkı idarə edən yerli insanlar üçün mühüm mədəni dəyərə malikdir.

Qrafik 24: ALİ YIRTICILAR üçün çərçivə təsnifatı sual 4

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Epistemoloji
Kompetensiya	Məlumatları araşdırmaq, qiymətləndirmək, və onlardan qərar qəbulu və fəaliyyət üçün istifadə etmək
Kontekst	Ətraf mühitə təsir & iqlim dəyişikliyi (Lokal)
Koqnitiv tələb	Yüksək

ALİ YIRTICILAR: Sual 5

PISA 2025

Ali yırtıcılar 5

S5. Polemika zamanı müxtəlif insanlar tərəfindən aşağıdakı fikirlər söylənmişdir. Hər bir fikir üçün onun aşağıdakıları təmsil edib-etmədiyini müəyyən edin: elmi dəyər və ideya (S) **VƏ YA** bu məsələ üçün vacib olan digər dəyərlər (O)

S O	Canavarların introduksiyası təcrübəsinə əsaslanaraq dinqoların bura gətirilməsi üçün irəli sürülən arqumentlər yanlış ola bilər, çünki ekoloji şərait fərqlidir.
S O	Dinqo yerli bir növ hesab edilməməlidir, çünki o, əvvəlcə yerli əhali tərəfindən Avstraliyaya gətirilmişdir.
S O	Dinqolara sürü ilə gəzməyə icazə verilərsə, onların sayını tənzimləmək lazımdır və onlar təsərrüfat heyvanları üçün təhlükə yaratmamalıdır.
S O	Dinqolar parkı idarə edən yerli insanlar üçün mühüm mədəni dəyərə malikdir.

Qrafik 25: ALİ YIRTICILAR üçün çərçivə təsnifatı sual 5

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Epistemoloji & Ümumi
Kompetensiya	Məlumatları araşdırmaq, qiymətləndirmək, və onlardan qərar qəbulu və fəaliyyət üçün istifadə etmək
Kontekst	Ətraf mühitə təsir & iqlim dəyişikliyi (Lokal)
Kognitiv tələb	Yüksək

ALİ YIRTICILAR: Sual 6

PISA 2025

Ali yırtıcılar 6

Sübutların mənbələri

Müxtəlif mənbələrdən olan aşağıdakı ifadələri nəzərdən keçirin.

56. Etibarlı mənbələri müəyyənlədiniz.

- ☐ Ərazidəki biomüxtəlifliyə dair ekspert yoxlamasından keçmiş elmi araşdırmalar
- ☐ fermerlər Federasiyasının jurnalında elmi müzakirə aparılan məqalə
- ☐ "Həftəlik turizm" jurnalında park və bu məsələ ilə bağlı məqalə
- ☐ Nüfuzlu jurnallarda müvafiq elmi hesabatları ümumiləşdirən dövlət hesabatı
- ☐ Dinqolar haqqında hekayələr və onların ölkənin müxtəlif yerlərində davranışlarını təsvir edən blog yazısı
- ☐ Yerli şura iclasında təqdim edilən sübutların yerli qəzetdə təqdimatı
- ☐ Dünyanın hər tərəfində ali yırtıcıların introduksiyaının uğursuzluğunu təsvir edən Twitter yazısı

Qrafik 26: ALİ YIRTICILAR üçün çərçivə təsnifatı sual 6

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Epistemoloji
Kompetensiya	Məlumatları araşdırmaq, qiymətləndirmək, və onlardan qərar qəbulu və fəaliyyət üçün istifadə etmək
Kontekst	Ətraf mühitə təsir & iqlim dəyişikliyi (Lokal)
Koqnitiv tələb	Orta

Biliyin növü	Ümumi
Kompetensiya	Hadisələri elmi cəhətdən izah etmək
Kontekst	Ətraf mühitə təsir & iqlim dəyişikliyi (Qlobal)
Koqnitiv tələb	Aşağı

Ətlə qidalanmaq: sual 3

PISA 2025

Ətlə qidalanmanın ətraf mühitə təsiri 2

Anton iddia edir ki, mal əti inəklərdən əldə olunur və ətlik inəklərin yetişdirilməsi ətraf mühit üçün təhlükə yaradır.

S3. Antonun arqumentini əsaslandıran səbəbləri qeyd edin.

- ☐ İnəklərin lazımi çəki yığılması uzun müddət tələb edir
- ☐ İnəklər istixana qazı olan metan xaric edir.
- ☐ Tərəvəzlə müqayisədə inəklər istehsal etdikləri qida miqdarına görə çox yer tuturlar.
- ☐ İnəklər bəzi cəmiyyətlərdə müqəddəs heyvanlardır.
- ☐ İnəklərin dərisi dəri sənayesi üçün faydalıdır.

Qrafik 29: ƏTLƏ QİDALANMAQ üçün çərçivə təsnifatı sual 3

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Ümumi, Epistemoloji & Sosial-ekoloji
Kompetensiya	Məlumatları araşdırmaq, qiymətləndirmək, və onlardan qərar qəbulu və fəaliyyət üçün istifadə etmək
Kontekst	Ətraf mühitə təsir & iqlim dəyişikliyi (Global)
Kognitiv tələb	Orta

Ətlə qidalanmaq: sual 4

PISA 2025

Ətlə qidalanmağın ətraf mühitə təsiri 3

Celia deyir: “Ənənəvi olaraq insanlar ətlə yanaşı, taxıl bitkiləri ilə, paxlalı bitkilərlə və meyvələrlə qidalanırlar. Qidalanmanın bir hissəsi kimi ət vacib qida növlərini və mikroelementləri təmin edir”.

Anton cavab verir: “Düzgün vegetarian pəhrizi də bütün bu qidaları təmin edə bilər! Dünya əhalisinin sayı artır. Biz artıq inəkləri otlaqla təmin etmək üçün meşələri qırmağı dayandırmalıyıq və kənd təsərrüfatı torpaqlarımızdan daha səmərəli istifadə etməliyik”.

54. “Biz ət yeməliyikmi?” sualı ilə bağlı aşağıdakı iddialardan hansı elmi dəlillərə (S) və hansı biliyin və ya dəyərlərin digər növlərinə (O) əsaslanır?

☐ S ☐ O

Dişlərimiz ət yemək üçün nəzərdə tutulub.

☐ S ☐ O

Bizim bəzi adətlərimiz ət yeməklə bağlıdır və onları qoruyub saxlamaq lazımdır.

☐ S ☐ O

Vegetarian insan pəhrizi bizə lazım olan bütün qida növlərini və qida maddələrini təmin edə bilər.

☐ S ☐ O

Ət dadlıdır; ondan imtina etməməliyik.

☐ S ☐ O

Artan əhali sayını lazım olan ət istehsalı ilə təmin etmək üçün kifayət qədər torpaq sahəsi yoxdur. Ərzaq istehsalı, xüsusilə ət istehsalı, məsələn inəklərin xaric etdiyi metan istixana effektini çoxaldır.

☐ S ☐ O

Ət tərəvəzdən daha bahadır.

☐ S ☐ O

Ət bir çox qida ehtiyaclarımızın hazır mənbəyidir.

☐ S ☐ O

Ət istehsalı gübrələrdən geniş istifadəni tələb edir. Gübrələrin həddindən artıq istifadəsi torpağı çirkləndirə bilər.

☐ S ☐ O

İstehsalın məhsuldarlığını maksimuma çatdırmaq məqsədilə bəzən heyvanların sürətlə böyüməsi və sıx qapalı yerlərdə sağlam saxlanması üçün hormonlar və dərmanlar istifadə olunur. Bu ətin tərkibində olan dərmanlar və hormonlar insanların sağlamlığına mənfi təsir göstərə bilər.

☐ S ☐ O

Qrafik 30: ƏTLƏ QİDALANMAQ üçün çərçivə təsnifatı sual 4

Çərçivə kateqoriyası	2025 Çərçivə sənədi
Biliyin növü	Ümumi & Epistemoloji
Kompetensiya	Məlumatları araşdırmaq, qiymətləndirmək, və onlardan qərar qəbulu və fəaliyyət üçün istifadə etmək
Kontekst	Ətraf mühitə təsir & iqlim dəyişikliyi (Qlobal)
Kognitiv tələb	Yüksək

8. PISA-da Təbiət Fənni üzrə Qiymətləndirmə Sənədinin Təkmilləşmə Prosesi

189. PISA 2000 və 2003-də çərçivə sənədinin əsas diqqət mərkəzində Təbiət elmləri üzrə savadlılıq idi ki, o da aşağıdakı kimi tərif edilir: *"Təbiət elmləri üzrə savadlılıq təbiəti və insan fəaliyyəti nəticəsində ona edilən dəyişiklikləri başa düşmək, onlar haqqında qərarlar qəbul etməyə kömək etmək üçün elmi biliklərdən istifadə etmək, sualları müəyyənləşdirmək və sübuta əsaslanan nəticələr çıxarmaq qabiliyyətidir."* (OECD, 2000, 2003)
190. 2000 və 2003-cü illərdə bu tərif elm haqqında bilikləri və anlayışları "elmi bilik" termini daxilində birləşdirdi. 2006-cı ildə verilən tərif isə "elmi bilik" terminini iki komponentə ayırdı: "elmi bilik" və "elm haqqında bilik" (OECD, 2006). Hər iki tərif təbii dünyanı dərk etmək və əsaslandırılmış qərarlar qəbul etmək üçün elmi biliklərin tətbiqinə istinad edirdi. PISA 2006-da bu tərif elm və texnologiya arasındakı əlaqə haqqında biliklərin əlavə edilməsi ilə gücləndirilmişdir - bu aspekt 2003-cü il təklif edilsə də, sənədə daxil edilməmişdir.
191. PISA 2015-də elmi savadlılığa verilən tərif bu fikirlərin təkamülü idi. Əsas fərq ondan ibarət idi ki, "elm haqqında bilik" anlayışı daha aydın şəkildə göstərilmiş və iki komponentə - prosedural və epistemoloji biliyə bölünmüşdür.
192. PISA çərçivə sənədi 2006-cı ildə də genişləndirildi və bura elmi savadlılıq konstruksiyasına şagirdlərin elmi və texnoloji məsələlərə cavablarının münasibət aspektləri daxil edildi. 2006-cı ildə münasibətlər iki üsulla: şagird anketi və testə daxil edilmiş tapşırıqlar vasitəsilə ölçülürdü. Bütün şagirdlər üçün daxil edilmiş suallar "elmə maraq" anketinin nəticələri və bu məsələlərdə gender fərqi ilə əlaqəli sualların nəticələri arasında uyğunsuzluq aşkar edilmişdir (OECD, 2009; həmçinin bax: Drechsel, Carstensen, & Prenzel, 2011). Bundan əlavə, yeni daxil edilmiş suallar testin müddətini artırdı. Beləliklə, 2015-ci ilin çərçivə sənədi üçün münasibət aspektləri yalnız şagird anketi vasitəsilə ölçüldü və orda münasibət aspektlərini ölçmək üçün sual yox idi. Bu sahə daxilində ölçülən konstruksiyalara gəlicə birinci ("Elmə maraq") və üçüncü ("Ətraf mühit haqqında məlumatlılıq") 2006-cı ildə olduğu kimi qaldı. Nəyin ölçüldüyünü daha yaxşı əks etdirmək üçün terminologiyada mahiyyətə dəyişiklik oldu və ikinci "Elmi araşdırmaya dəstək" "Araşdırmaya elmi yanaşmaların

qiymətləndirilməsi” ilə əvəz edildi.

193. 2006-cı ilin qiymətləndirməsində “Şəxsi, Sosial və Qlobal” kimi təqdim olunan başlıqlar PISA 2015-də onları daha rabitəli etmək məqsədilə Şəxsi, Lokal/Milli və Qlobal” olaraq dəyişdirildi. Bu, 2025-ci ilin qiymətləndirməsi üçün də eyni formada saxlanılıb.

194. PISA 2025 üçün çərçivə sənədinin hazırlanması zamanı dörd əsas dəyişiklik edilib. Birincisi, “Elmi araşdırmanın qiymətləndirilməsi və tərtibi” və “Məlumat və sübutların elmi cəhətdən şərh edilməsi” adlı iki əvvəlki kompetensiyaların indi “Elmi araşdırmaların tərtibi və qiymətləndirilməsi və elmi məlumatların və sübutların tənqidi şəkildə şərh edilməsi” adlı bir kompetensiyada birləşdirilməsi qərara alınıb. Bu dəyişikliyin məqsədi layihələndirmələrin qiymətləndirilməsinə daha çox diqqət yetirmək idi, çünki çox az sayda gənc eksperimentlərin tərtibatına maraqla yanaşır. Bu dəyişiklik ona görə edilib ki, hər iki kompetensiya araşdırma prosesinin bir hissəsi kimi qəbul edilir. Bundan əlavə, yuxarıda qeyd olunduğu kimi, hazırda internetdəki məlumat mənbələrinin, xüsusilə də, elmi mənbələrin üstünlük təşkil etdiyi sosial kontekstdəki dəyişiklik şagirdlərin “elmi məlumatların araşdırılması, qiymətləndirilməsi və qərar qəbulu və fəaliyyət üçün istifadəsi” mövzusunda maarifləndirilməsinə diqqət yetirir. Beləliklə, bu üçüncü yeni kompetensiya əlavə edilir.

195. İkinci dəyişiklik diqqəti elmi savadlılıq anlayışından mənası daha geniş olan tərifə yönəltmək oldu. Əvvəllər çərçivə sənədində təbiət fənninin tədrisinin nəticəsi kimi “elmi savadlılıq” terminindən istifadə edilirdi. 2025 çərçivə sənədi hər hansı bir anlaşılmazlığın qarşısını almaq üçün termini mərhələli şəkildə ləğv etmək qərarına gəldi. Bu dəyişiklik onu riyaziyyat və oxu üçün olan struktura uyğunlaşdırır.

196. Üçüncüsü, kompetensiyaya təsir edən amilləri elmə olan münasibətlərdənsə, şagirdlərin elmə olan marağını daha geniş əks etdirən “Elmi identifikasiya” anlayışının ölçülməsinə yönəltməkdir.

197. Dördüncüsü, dayanıqlılıq və Antroposendə fəaliyyətliliyin elementlərini ölçmək məqsədilə şkalanı hazırlamaq üçün təhsilə diqqət yetirməkdir.

198. Bundan əlavə, ümumi biliklərin əsas hissəsi yenidən işlənmiş, elmin əsas ideyalarına yaxından uyğunlaşdırılmış, eyni zamanda prosedural və epistemoloji biliklərin tərifləri genişləndirilmiş və

aydınlaşdırılmışdır.

199. Bir sözlə, PISA 2025-nin tərifi PISA 2006 və PISA 2015-in təriflərinə əsaslanır və onların təkmilləşmiş formasıdır, kompetensiyaları genişləndirir və tələb olunan ideya və bilikləri müəyyənləşdirir.

9. XÜLASƏ

200. Təbiət elmləri PISA 2025-də əsas sahə olacaq və 2025-ci il tərfi 2015-ci il elmi savadlılığın tərifinə əsaslanır və onun təkmilləşmiş formasıdır. “Elmi araşdırmaların tərtibi və qiymətləndirilməsi” və “Məlumat və sübutların elmi cəhətdən şərh edilməsi” adlı iki kompetensiya 2015-ci ildə “Elmi araşdırmaların tərtibi və qiymətləndirilməsi və elmi məlumatların və sübutların tənqidi şəkildə şərh edilməsi” adlı bir kompetensiyada birləşdirildi” və “Elmi məlumatların araşdırılması, qiymətləndirilməsi və qərar qəbulu və fəaliyyət üçün istifadəsi” adlı üçüncü yeni kompetensiya əlavə edildi. 2015-ci ildə tətbiq edilən prosedural və epistemoloji bilik anlayışları kimi bütün kompetensiyalar da diqqətlə işlənib hazırlanmışdır. Bundan əlavə, 2025-ci il çərçivə sənədində koqnitiv bacarıq spektrinin hər iki tərəfini əhatə edən suallar hazırlaya bilmələri üçün sual müəlliflərinə istiqamət vermək məqsədilə suallarda tələb olunan koqnitiv tələb konsepsiyası işlənib hazırlanıb. Beləliklə, 2025 çərçivə sənədi müasir kontekstdə elmi məlumatların qiymətləndirilməsi və istifadəsinə əsaslanan elmi savadlılıq konsepsiyasının təkamülüdür. Bundan əlavə, o, əvvəlki çərçivə sənədlərdə mövcud olan bəzi ideyaların üzərində qurulmuş və işlənmişdir. Elmi savadlılığın çoxsaylı təriflərini nəzərə alaraq bu termin artıq ləğv edilmiş və çərçivə sənədi indi təbiət elmləri üzrə çərçivə sənədi adlandırılmışdır.

201. Təbiət elmlərinin tədrisinin nəticələrinin PISA 2025 tərfi 15 yaşlı şagirdlərin müasir cəmiyyətdə “həyata hazırlıq” kimi nəyi bilməli, nəyə dəyər verməli və nə edə bilməli olduqlarına əsaslanır. Təbiət elmlərinin tədrisinin nəticələrinin müəyyən edilməsində və qiymətləndirilməsində əsas yeri elmə və elmi axtarışa xas olan kompetensiyalar tutur. Şagirdlərin bu kompetensiyalardan istifadə etmək bacarığı onların elmi biliklərindən, həm təbiət aləminə dair ümumi biliklərindən, həm də prosedural və epistemoloji biliklərindən, eyni zamanda, təbiətlə əlaqəli mövzulara cəlb olunmaq istəyindən asılıdır. Onların elmlə bağlı məsələlərə münasibəti anket vərəqində ayrıca ölçülür. Bundan əlavə, 2025-ci il çərçivə sənədində şagirdlərin sosial-ekoloji

problemləri anlaması və bunun ölçülmə üsulları üçün şkala hazırlanıb.

202. Bu çərçivə sənədi PISA 2025-də qiymətləndiriləcək elmi kompetensiyaları və bilikləri (bax. Cədvəl 14) və test tapşırıqları üçün kontekstləri təsvir edir və izahını verir.

Cədvəl 14. Təbiət elmləri üzrə PISA 2025 çərçivə sənədinin əsas komponentləri

Kompetensiyalar	Bilik	Elmi identifikasiya
• Hadisələri elmi cəhətdən izah etmək • Elmi araşdırmaları tərtib etmək və qiymətləndirilmək və elmi məlumatları və sübutları tənqidi şəkildə şərh etmək • Qərar qəbulu və fəaliyyət zamanı elmi məlumatı araşdırmaq, qiymətləndirmək və tətbiq etmək	• Təbiət elmləri üzrə biliyin məzmunu: • Fiziki sistemlər • Canlı sistemlər • Yer və kosmik sistemlər • Prosedural bilik • Epistemoloji bilik	• Elmdə tənqidi mövqe • Elmi perspektivləri və yanaşmaları dəyərləndirmək • Ətraf mühitlə bağlı narahatlıq, məlumatlılıq və fəaliyyətlilik • Elmi identifikasiyanın elementləri

203. Test tapşırıqları bölmələrə ayrılacaq, hər bir bölmə sualın kontekstini təşkil edən şəkil və mətnlə başlayacaq. Sual növlərinin kombinasiyasından istifadə olunacaq. 2015-ci il üçün kompüter əsaslı imtahan animasiyalar və interaktiv simulyasiyalar da daxil olmaqla bir neçə yeni sual formatı təqdim edir. Bu, testin etibarlılığını və bal toplamaq şansını artırır.

204. Təbiət elmləri üzrə şagirdlərin ümumi biliyini qiymətləndirən sualların prosedural və epistemoloji bilikləri qiymətləndirən suallara olan nisbəti təxminən 3:2 olacaq. Tapşırıqların təqribən 40 faizi hadisələri elmi cəhətdən izah etmək, 30 faizi elmi araşdırmaları tərtib etmək və qiymətləndirilmək və elmi məlumatları və sübutları tənqidi şəkildə şərh etmək, 30 faizi isə elmi məlumatı araşdırmaq, qiymətləndirmək və qərar vermək üçün istifadə etmək bacarığını yoxlayacaq. Sualların koqnitiv tələbi aşağı, orta və yüksək olacaq. Müxtəlif koqnitiv tələbi olan sualların kombinasiyası təbiət elmlərinin tədrisinin nəticəsini müəyyən edən üç kompetensiyada müvəffəqiyyət göstəricisini təsvir etmək üçün bacarıq səviyyələrini qurmağa imkan verəcək.

Ədəbiyyat siyahısı

- Adam, B., Beck, U., & Van Loon, J. (Eds.). (2000). *The risk society and beyond: critical issues for social theory*. Sage.
- Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: A theory of planned behavior. In Kuhl, J. and J. Beckman (Eds) *Action-control: From cognition to behavior*. Heidelberg: Springer, pp 11-39.
- Allchin, D. (2012). Teaching the nature of science through scientific errors. *Science Education*, 96(5), 904-926. <https://doi.org/10.1002/sce.21019>
- Alonzo, A. C. and A. W. Gotwals, Eds. (2012). *Learning Progressions in Science: Current Challenges and Future Directions*. Rotterdam, Sense Publishers.
- American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans: a Project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology*. Washington, D.C.: AAAS.
- Anderhag P. (2017). Taste for Science: A Bourdieu-Pragmatism approach to interest, aesthetics and learning. In A. Bellocchi, C. Quigley & K. Otrell-Cass (Eds), *Exploring emotions, aesthetics and wellbeing in science education research*, pp. 39-54. Chem: Springer
- Anderhag, P., Wickman, P.-O., Bergqvist, K., Jakobson, B., Hamza, K.M., & Säljö, R. (2016). Why do secondary school students lose their interest in science? Or does it never emerge? A possible and overlooked explanation. *Science Education*, 100(5), 791-813.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, teaching and Assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. London: Longman.
- Archer, L., Dawson, E., Dewitt, J., Godec, S., King, H., Mau, A., Nomikou, E., & Seakins, A. (2017). Killing curiosity? An analysis of celebrated identity performances among teachers and students in nine London secondary science classrooms. *Science Education*, 101(5), 741–764.
- Archer, L., Dewitt J., & Osborne, J. (2015). Is science for us? Black students' and parents' views of science and science careers. *Science Education*, 99, 199-237

Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A., & Wong, B. (2015). "Science capital": A conceptual, methodological, and empirical argument for extending bourdieusian notions of capital beyond the arts. *Journal of research in science teaching*, 52(7), 922-948

Ardoin, N.M., Bowers, A.W., & Wheaton, M. (In review.) Leveraging Collective Action and Environmental Literacy to Address Complex Sustainability Challenges.

Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2015). A Definition of Systems Thinking: A Systems Approach. *Procedia Computer Science*, 44, 669–678. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.050>

Bourdieu, P. (1984). *A social critique of the judgement of taste*. Traducido del francés por R. Nice. Londres, Routledge

Bourdieu, P. (1992). *Language and symbolic power*. Cambridge, UK: Polity Press. Bourdieu, P. (2010). *Sociology is a martial art*. New York, NY: New Press.

- Aschbacher, P. R., Ing, M., & Tsai, S. M. (2014). Is science me? Exploring middle school students' STEM career aspirations. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 735–743.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Barnosky, A. D., Hadly, E. A., Bascompte, J., Berlow, E. L., Brown, J. H., Fortelius, M., ... & Smith, A. B. (2012). Approaching a state shift in Earth's biosphere. *Nature*, 486(7401), 52-58.
- Beck, U. (1992). From industrial society to the risk society: Questions of survival, social structure and ecological enlightenment. *Theory, culture & society*, 9(1), 97-123.
- Bergstrom, C. T. and J. D. West (2020). *Calling bullshit: the art of skepticism in a data- driven world*, Random House.
- Berkes, F. & Folke, C. (1998). *Linking Social and Ecological Systems: Management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Berland, L. K., & Reiser, B. (2008). Making Sense of Argumentation and Explanation. *Science Education*, 93(1), 26-55.
- Biggs, J. and K. Collis (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy*. New York, Academic Press.
- Bloom, B. S. (Ed.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals Handbook 1, Cognitive domain*. London: Longmans.
- Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T., & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: young people and achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37 - 72.
- Bogner, F. and M. Wiseman (1999), "Toward Measuring Adolescent Environmental Perception", *European Psychologist* 4 (3).
- Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Education*, 95(4), 639-669.
- Breakstone, J., Smith, M., Wineburg, S., Rapaport, A., Carle, J., Garland, M., &

Saavedra,

A. (2021). Students' Civic Online Reasoning: A National Portrait. *Educational Researcher*, 50(8), 505-515. doi:10.3102/0013189x211017495

Brookhart, S.M., & Nitko, A.J. (2011) Strategies For Constructing Assessments of Higher Order Thinking Skills. In G. Schraw & D.R. Robinson (Eds) *Assessment of Higher Order Thinking Skills* (pp.327-359). North Carolina: IAP.

Calabrese Barton, A., Kang, H., Tan, E., O'Neill, T. B., Bautista-Guerra, J., & Brecklin, C. (2013). Crafting a future in science: Tracing middle school girls' identity work over time and space. *American Educational Research Journal*, 50, 37-75. <https://doi.org/10.3102/0002831212458142>.

Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 1187-1218.

Collins, H., & Evans, R. (2008). *Rethinking expertise*. University of Chicago Press.

Confederacion de Sociedades Cientificas de España (2011). Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España. Madrid: Author.

Crombie, A. C. (1994). *Styles of scientific thinking in the European tradition: The history of argument and explanation especially in the mathematical and biomedical sciences and arts* (Vol. 1). Duckworth London.

Davis, S.L., & Buckendahl, C.W. (2011) Incorporating Cognitive Demand in Credentialing Examinations. In G. Schraw & D.R. Robinson (Eds) *Assessment of Higher Order Thinking Skills* (pp.327-359). North Carolina: IAP.

Derr, V., Chawla, L. and Mintzer, M. 2018. *Placemaking with children and youth*. NY: New Village Press.

Dewey, J. (1929/1996). Art as experience. In: L. Hickman (Ed.) *Later Works 10, The Collected Works of John Dewey, 1882–1953: The Electronic Edition*. Charlottesville, VA: InteLex Corporation.

Directorate-General for Research and Innovation (European Commission). (2020). *Science with and for Society in Horizon 2020*. European Commission. Brussels

Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J., & Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345(6195), 401-406.

Drechsel, B., Carstensen, C., & Prenzel, M. (2011). The role of content and context in PISA interest scales – A study of the embedded interest items in the PISA 2006 Science assessment. *International Journal of Science Education*, Volume 33, Number 1, 73-95

Duschl, R. (2007). Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic and Social Learning Goals. *Review of Research in Education*, 32, 268-291.

Eagles, P.F.J. and R. Demare (1999), “Factors Influencing Children’s Environmental Attitudes”, *The Journal of Environmental Education*, 30 (4).

Eisenmenger, N., Pichler, M., Nora, K., Dominik, N., Plank, B., Ekaterina, S., ... & Gingrich, S. (2020). The Sustainable Development Goals prioritize economic growth over sustainable resource use: a

critical reflection on the SDGs from a socio-ecological perspective. *Sustainability Science*, 15(4), 1101-1110.

Elgin, C. Z. (2017). *True Enough*. Cambridge, MA, Harvard University Press.

European Commission. (1995). *White paper on education and training: Teaching and learning—Towards the learning society* (White paper). Luxembourg: Office for Official Publications in European Countries.

Fensham, P. (1985). Science for all: A reflective essay. *Journal of Curriculum Studies*, 17(4), 415-435.

Ford, M. J. (2008) Disciplinary Authority and Accountability in Scientific Practice and Learning. *Science Education* 92, 3: 404-23. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.20263>.

Gardner, P. L. (1975). Attitudes to Science. *Studies in Science Education*, 2, 1-41.

Giere, R., Bickle, J., & Maudlin, R. F. (2006). *Understanding Scientific Reasoning* (5th ed.). Thomson Wadsworth.

Gott, R., Duggan, S., & Roberts, R. (2008). Concepts of evidence. University of Durham. Downloaded from <http://www.dur.ac.uk/rosalyn.roberts/Evidence/cofev.htm>, Sept 23, 2012.

- Halliday, M. A. K., & Martin, J. R. (Eds.). (1993). *Writing science: Literacy and discursive power*. London: Falmer Press.
- Hardwig, J. (1985). Epistemic dependence. *The Journal of Philosophy*, 82, 335-349.
- Harford, T. (2020). *How to Make the World Add Up: Ten Rules for Thinking Differently About Numbers*. Hachette UK.
- Harlen, W. E. (2010). *Principles and big ideas of science education*.
- Hidi, S., Renninger, K., & Krapp, A. (2004). Interest, a motivational variable that combines affective and cognitive functioning. In D. Yun Dai & R. Sternberg (Eds), *Motivation, emotion and cognition* (pp. 89-119). Lawrence Erlbaum.
- Hornsey, M. J., Harris, E. A., Bain, P. G., & Fielding, K. S. (2016). Meta-analyses of the determinants and outcomes of belief in climate change. *Nature Climate Change*, 6(6), 622- 626.
- Höttecke, D., & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, n/a(n/a). <https://doi.org/10.1002/sce.21575>
- IPCC Climate Change (2021). *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press.
- Jakobson, B., & Wickman, P.-O. (2008). The roles of aesthetic experience in elementary school science. *Research in Science Education*, 38(1), 45–66.
- Jansen, M., Scherer, R., & Schroeders, U. (2015). Students' self-concept and self-efficacy in the sciences: Differential relations to antecedents and educational outcomes. *Contemporary Educational Psychology*, 41, 13-24.
- Jensen, B.B. and K. Schnack. 1997. The action competence approach in environmental education. *Environmental Education Research*, 3(2): 163-178.

Jugert, P., Greenaway, K. H., Barth, M., Büchner, R., Eisentraut, S., & Fritsche, I. (2016). Collective efficacy increases pro-environmental intentions through increasing self-efficacy. *Journal of Environmental Psychology*, 48, 12-23.
doi:10.1016/j.jenvp.2016.08.003

Kane, M. (2006). Validation. In R.L. Brennan (Ed.), *Educational measurement* (4th ed., pp. 17-64). Westport, CT: American Council on Education, Praeger Publishers

Klopfer, L. E. (1971). Evaluation of Learning in Science. In B. S. Bloom, J. T. Hastings & G. F. Madaus (Eds.), *Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. London: McGraw-Hill Book Company.

Klopfer, L. E. (1976). A structure for the affective domain in relation to science education. *Science Education*, 60(3), 299-312.

Kozyreva, A., S. Lewandowsky and R. Hertwig (2020). "Citizens Versus the Internet: Confronting Digital Challenges with Cognitive Tools." *Psychological Science in the Public Interest* 21(3): 103-156.

Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. [10.1002/sce.20395]. *Science Education*, 94(5), 810-824.

- Lederman, N. G. (2006). Nature of Science: Past, Present and Future. In S. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2006). Cultivating model-based reasoning in science education. In K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 371-388). Cambridge University Press.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning and values*. Norwood, NJ: Ablex
- Lemke J. (2015). Feeling and meaning: A unitary bio-semiotic account. In P. Trifonas (Ed.), *International Handbook of Semiotics* (pp. 589-616). Springer: Dordrecht.
- Lewis, S. L., & Maslin, M. A. (2015). Defining the anthropocene. *Nature*, 519(7542), 171- 180.
- Li, C. & Monroe, M.C. (2017). Development and validation of the climate change hope scale for high school students. *Environment and Behavior*, 50(4): 454-479.
- Li, C. J. & Monroe, M.C. (2019). Exploring the essential psychological factors in fostering hope concerning climate change. *Environmental Education Research*. 1-19.
<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13504622.2017.1367916>.
- Longino, H. E. (1990). *Science as Social Knowledge*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Lynch, M. P. (2016). *The Internet of Us: Knowing more and understanding less in the age of big data*. WW Norton & Company.
- Merrett, C.D. (2004) Social Justice: What Is It? Why Teach It?, *Journal of Geography*, 103:3, 93-101, DOI: 10.1080/00221340408978584
- Michaels, D. (2020). *The triumph of doubt: dark money and the science of deception*. Oxford University Press.
- Millar, R. (2006). Twenty First Century Science: Insights from the Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Millar, R., & Osborne, J. F. (Eds.). (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London.

Millar, R., Lubben, F., Gott, R., & Duggan, S. (1995). Investigating in the school science laboratory: conceptual and procedural knowledge and their influence on performance. *Research Papers in Education*, 9(2), 207-248.

Ministry of Education, P. R. China. (2017a). Biology curriculum standards for senior high school (in Chinese) [普通高中生物课程标准]. Beijing: People's Education Press.

Ministry of Education, P. R. China. (2017b). Chemistry curriculum standards for senior high school (in Chinese) [普通高中化学课程标准]. Beijing: People's Education Press.

Ministry of Education, P. R. China. (2017d). Physics curriculum standards for senior high school (in Chinese) [普通高中物理课程标准]. Beijing: People's Education Press.

Mislevy, Robert J. and Geneva D. Haertel (2006) Implications of Evidence-Centered Design for Educational Testing. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 25 (4), 6– 20.

Moote, J., Archer, L., DeWitt, J., & MacLeod, E. (2020). Science capital or STEM capital? Exploring relationships between science capital and technology, engineering, and maths aspirations and attitudes among young people aged 17/18. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(8), 1228-1249.

Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., & Chaves, W. A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: a systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791-812.

Muller, S., Hemming, S., and Rigney, D. (2019) Indigenous sovereignties: relational ontologies and environmental management. *Geographical Research*, 57, 399– 410. <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12362>.

National Academy of Science. (1995). National Science Education Standards. Washington, D.C.: National Academy Press.

National Research Council. (2000). Inquiry and the National Science Education Standards. Washington D.C.: National Academy Press.

National Research Council. (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC.: Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education.

Nercessian, N. (2008). Model-Based Reasoning in Scientific Practice. In R. A. Duschl &

R. E. Grandy (Eds.), *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation* (pp. 57-79). Rotterdam, Netherlands: Sense.

Neuvonen, Markus, Kari Kivinen, and Mikko Salo. Fact-Checking for Educators and Future Voters. Factbar EDU (Factbar EDU, Finland: 2018).

Nichols, T. (2017). *The Death of Expertise: the Campaign Against Established Knowledge and Why it Matters*. Oxford University Press.

Norris, S. P. (1997). Intellectual Independence for Nonscientists and Other Content- Transcendent Goals of Science Education. *Science Education*, 81(2), 239-258.

OECD (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills: A New Framework for Assessment*. Paris, OECD (Organisation for economic co-operation and development).

OECD. (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. Paris: OECD.

OECD. (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD.

OECD. (2006). *The PISA 2006 Assessment Framework for Science, Reading and Mathematics*. Paris: OECD.

OECD. (2009) *Green at Fifteen*. Paris: OECD

OECD. (2007). *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World: Volume 1: Analysis*. Paris: OECD.

OECD (2009). *PISA 2006 Technical Report*. Paris: OECD

OECD. (2011). *What kinds of careers do boys and girls expect for themselves? PISA in focus*. Paris: OECD.

OECD (2016), Paris. (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*, PISA,. Paris, OECD Publishing.

- OECD. (2019). OECD Future of Education and Skills 2030 Concept Note Student Agency for 2030. Retrieved from https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/student-agency/Student_Agency_for_2030_concept_note.pdf
- OECD. (2022). Agency in the Anthropocene. Paris, OECD (Organisation for economic co- operation and development).
- Ogborn, J., Kress, G. R., Martins, I., & McGillicuddy, K. (1996). *Explaining Science in the Classroom*. Open University Press.
- Ojala, M. (2012). Hope and climate change: The importance of hope for environmental engagement among young people. *Environmental Education Research*, 18(5), 625-642.
- Ojala, M. (2015). Hope in the face of climate change: Associations with environmental engagement and student perceptions of teachers' emotion communication style and future orientation. *The Journal of Environmental Education*, 46(3), 133-148.
- Oreskes, N. (2004). The Scientific Consensus on Climate Change. *Science*, 306, 1686. <https://doi.org/10.1126/science.1103618>
- Oreskes, N. (2019). *Why Trust Science?* Princeton University Press.
- Oreskes, N., & Conway, E. M. (2010). *Merchants of Doubt*. Bloomsbury Press.
- UNESCO. (2020). Education for Sustainable Development: A Roadmap. Retrieved from Paris:
- Ormerod, M. B., & Duckworth, D. (1975). Pupils' Attitudes to Science. Slough: NFER.
- Osborne, J. F. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*, 328, 463-466.
- Osborne, J. F., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: Nuffield Foundation.
- Osborne, J. F., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627-638. <https://doi.org/10.1002/sce.20438>
- Osborne, J. F., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards Science: A Review of the Literature and its Implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049– 1079.

Peterson, C., Maier, S.F., & Seligman, M.E.P. (1993). *Learned helplessness*. NY: Oxford University Press.

Pinker, S. (2018). *Enlightenment NOW: The Case for Reason, Science, Humanism and Progress*. Allen Lane.

Reyes-García, V., Fernández-Llamazares, Á., McElwee, P., Molnár, Z., Öllerer, K., Wilson, S.J. and Brondizio, E.S. (2019). The contributions of Indigenous Peoples and local communities to ecological restoration. *Restoration Ecology*, 27, 3-8. <https://doi.org/10.1111/rec.12894>

Rickinson, M. (2001), Learners and Learning in Environmental Education: A Critical Review of the Evidence, *Environmental Education Research* 7 (3).

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., ... & Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472-475.

Rosling, H., & Rönnlund, A. R. (2019). *Factfulness*. Sceptre.

Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (Eds.). (2003). Definition and Selection of Key competencies: Executive Summary. Göttingen, Germany: Hogrefe.

Schibeci, R. A. (1984). Attitudes to Science: an update. *Studies in Science Education*, 11, 26-59.

Schiepe-Tiska, A., N. Roczen, K. Müller, M. Prenzel and J. Osborne (2016). Science- Related Outcomes: Attitudes, Motivation, Value Beliefs, Strategies. Assessing Contexts of Learning: An International Perspective. S. Kuger, E. Klieme, N. Jude and D. Kaplan. Dordrecht, Springer: 301-329.

Schipper, E. L. F., Dubash, N. K., & Mulugetta, Y. (2021). Climate change research and the search for solutions: rethinking interdisciplinarity. *Climatic Change*, 168(3), 1-11.

Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) (2005a). Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10). München: Luchterhand.

Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) (2005b). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10). München: Luchterhand.

Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) (2005c). Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10). München: Luchterhand.

Selinger, E., & Crease, R. P. (2006). *The philosophy of expertise*. Columbia University Press.

Skovdal, M., Evans, R. (2017) The emergence of an ethic of care in rural Kenyan schools? Perspectives of teachers and orphaned and vulnerable pupils, *Children's Geographies*, 15:2, 160-176, DOI: 10.1080/14733285.2016.1214236

Snyder, C.R., K.L. Rand, & D.R. Sigmon. (2001). Hope theory. A member of the positive psychology family. In C.R. Snyder and S.J. Lopez (Eds), *Handbook of positive psychology*, 257–75. New York, NY: Oxford University Press.

Steffen, W., Persson, Å., Deutsch, L., Zalasiewicz, J., Williams, M., Richardson, K., ... & Svedin, U. (2011). The Anthropocene: From global change to planetary stewardship. *Ambio*, 40(7), 739-761.

Tai, R. H., Qi Liu, C., Maltese, A. V., & Fan, X. (2006). Planning Early for Careers in Science. *Science*, 312, 1143-1145.

Taiwan Ministry of Education. (1999). Curriculum outlines for "Nature Science and Living Technology". Taipei, Taiwan: Ministry of Education.

Tekkumru-Kisa, M., M. K. Stein and W. Doyle (2020). "Theory and Research on Tasks Revisited: Task as a Context for Students' Thinking in the Era of Ambitious Reforms in Mathematics and Science." *Educational Researcher* 49(8): 606-617.

Tytler, R. (2014). Attitudes, Identity, and Aspirations toward Science. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds), *Handbook of Research on Science Education*, Volume II (82 – 103). New York: Routledge

Tytler, R., Prain, V., & Hubber, P. (2018). Representation construction as a core disciplinary literacy. In K-S. Tang & K. Danielsson (Eds) (2018). *Global developments in literacy research for science education* (pp. 301-317). Singapore: Springer.

UNEP. (2012). 21 Issues for the 21st Century: Result of the UNEP Foresight Process on Emerging Environmental Issues. United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi, Kenya.

UNESCO (2003), "UNESCO and the International Decade of Education for Sustainable Development (2005–2015)", UNESCO International Science, Technology and Environmental Education Newsletter, Vol. XXVIII, no. 1–2, UNESCO, Paris.

UNESCO (2005) International Implementation Scheme for the UN Decade of Education for Sustainable Development, UNESCO, Paris.

Uzzell, D. 1999. Education for environmental action in the community: New roles and relationships. *Cambridge Journal of Education* 29, no. 3: 397-413.

Vosoughi, S., Roy, D., & Aral, S. (2018). The spread of true and false news online. *Science*, 359(6380), 1146-1151. <https://doi.org/10.1126/science.aap9559>

Weaver, A. (2002), "Determinants of Environmental Attitudes: A Five-Country Comparison", *International Journal of Sociology*, 32 (1)

Webb, N. L. (1997). Criteria for alignment of expectations and assessments in mathematics and science education. Washington, DC, Council of Chief State School Officers and National Institute for Science Education Research Monograph.

Wickman, P. O. (2006). *Aesthetic experience in science education: Learning and meaning- making as situated talk and action*. Routledge

Wickman, P-O., Prain, V., & Tytler, R. (2021). Aesthetics, affect, and making meaning in science: An introduction. *International Journal of Science Education (Special issue on Aesthetics in Science Education)*.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500693.2021.1912434>

William, D. (2010). What Counts as Evidence of Educational Achievement? The Role of Constructs in the Pursuit of Equity in Assessment. *Review of Research in Education*, 34, 254-284.

Wolpert, L. (1992). *The Unnatural Nature of Science*. Faber and Faber.

Young, O.R., Berkhout, F., Gallopin, G. C., Janssen, M.A., Ostrom, E., & Van der Leuw, S. (2006). The globalization of socio-ecological systems: an agenda for

scientific research.

Global Environmental Change, 16(3), 304-316.

Ziman, J. (1979). *Reliable Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press.