

Quantum G Beta-ի գիտական և մեթոդաբանական կոնտեքստը

**Կառուցվածքի, առաջադրանքների ճարտարապետության,
խթանային նյութի, առաջադրանքների կատարման ընթացքի
վերաբերյալ տվյալների շերտի և թույլատրելի
եզրահանգումների սահմանների մշակման ժամանակ հաշվի
առնված հետազոտական ուղղությունների քարտեզը:**

Կարևոր դիտարկումներ

Այս փաստաթուղթը նկարագրում է լայն գիտամեթոդաբանական համատեքստը, որը հաշվի է առնվել Quantum G Beta թեստավորման համակարգի մշակման ընթացքում: Այն չի փոխարինում տեխնիկական ուղեցույցին և հոգեմետրիկ վավերացման ծրագրին. հուսալիությունը, պրոֆիլների կայունությունը և արդյունքների հիման վրա արված եզրահանգումների ճշգրտությունը առանձին ստուգվում են վավերացման ծրագրի շրջանակներում:

Այս PDF փաստաթղթում հիշատակված հրապարակումները, տեսությունները, մոտեցումները, հեղինակները, կազմակերպությունները, ամսագրերը և հրատարակչությունները երրորդ կողմի աղբյուրներ են և ներկայացվում են բացառապես մեթոդաբանության թափանցիկության և գիտամեթոդաբանական համատեքստի նկարագրման նպատակով: Եթե ուղղակիորեն այլ բան նշված չէ, դրանք չեն հանդիսանում փոխկապակցված անձինք կամ կազմակերպություններ, չեն հովանավորել, հավանություն չեն տվել, չեն գրախոսել և չեն վավերացրել Quantum G թեստը, դրա մեթոդաբանությունը կամ արդյունքները:

Ինչպե՞ս կարդալ այս փաստաթուղթը

Quantum G-ի մեթոդաբանությունը ձևավորվել է մի քանի խոշոր հետազոտական ոլորտների հատման կետում՝ կոգնիտիվ գիտության, ընկալման և ուշադրության հոգեբանության, զարգացման և նեյրոզարգացման գիտության, ճանաչողության էվոլյուցիոն մոտեցումների, ուսուցման և անհատական տարբերությունների ուսումնասիրությունների, ինչպես նաև գնահատման այնպիսի մոտեցումների, որոնք հաշվի են առնում ոչ միայն վերջնական պատասխանը, այլև առաջադրանքների կատարման գործընթացը (process-based assessment / response-process evidence):

Թվարկված բոլոր ուղղությունները չէ, որ հանդիսանում են գնահատման գործընթացի անմիջական հիմք: Դրանց դերը մեթոդաբանության մեջ տարբեր է. մոտեցումների մի մասը կիրառվում է կոնստրուկտի ձևակերպման համար, մի մասը՝ առաջադրանքների ճարտարապետության, խթանային նյութի և թեստային պայմանների նախագծման համար, իսկ մի մասը՝ դոմենային մոդելի կառուցման և տեղեկատվության մշակման տարբեր ռեժիմների նկարագրման

համար: Բացի այդ, մի շարք հետազոտություններ ձևավորել են աշխատանքային հիպոթեզներ, այդ թվում՝ վաղ ավտոմատ գործընթացների կապի վերաբերյալ հետազա ուսուցման, անհատական ուժեղ կողմերի զարգացման և սկզբունքորեն նոր գաղափարների հնարավոր նախադրյալների հետ:

Հարաբերության կարգավիճակը	Ինչպե՞ս կարդալ
Ուղղակի օպերացիոնալ հիմք	Մոտեցումն ազդել է առաջադրանքների կառուցվածքի, խթանային նյութի, ժամանակային պատուհանների, շեղող տարրերի, ներկայացման պայմանների կամ կատարման ընթացքի ցուցանիշների (process-level indicators) վրա:
Մեթոդաբանական շրջանակ	Մոտեցումն օգնում է սահմանել կոնստրուկտը, կիրառման նպատակային նշանակությունը (intended use), արդյունքների հիման վրա արվող եզրահանգումների սահմանները կամ վավերացման տրամաբանությունը:
Դոմենային շրջանակ	Մոտեցումը բացատրում է, թե ինչու է առանձին դոմենը հասկացվում որպես նյութի որոշակի տեսակի հետ աշխատանքի կոգնիտիվ ռեժիմ:
Ներդրվենսաբանական համատեքստ	Մոտեցումը կիրառվել է տեղեկատվության մշակման մեխանիզմները հասկանալու և հստակեցնելու համար, թե որ առաջադրանքները, խթանները, ժամանակային պայմանները և կատարման ընթացքի ցուցանիշները կարող են լինել առավել տեղեկատվական:
Երկրորդային մեկնաբանական շրջանակ	Օգնում է նկարագրել հնարավոր օրինաչափությունների իմաստը, սակայն չի հանդիսանում գնահատման գործընթացի շերտ:
Background / լայն գիտական համատեքստ	Ուղղությունը հաշվի է առնվել որպես ընդհանուր գիտական նախապատմություն՝ մեթոդաբանության, խթանների, թեստային պայմանների և աշխատանքային հիպոթեզների մշակման համար, սակայն այն չի հանդիսանում գնահատման գործընթացի ուղղակի հիմք:

Ի՞նչն է հանդիսանում Quantum G-ի չափման օբյեկտը:

PLN-P կոնստրուկտի աշխատանքային սահմանումը

Quantum G թեստի մեթոդաբանությունը տարբերակում է երեք մակարդակ:

Մակարդակ 1 — վաղ ներդրվոգնիտիվ նախադրյալներ.

տեղեկատվության մշակման արագ ավտոմատ գործընթացներ, որոնք մասնակցում են ընկալման բազային աշխատանքին և կարող են անուղղակիորեն գնահատվել հատուկ մշակված առաջադրանքների կատարման, վարքային ցուցանիշների և առաջադրանքի կատարման ընթացքի տվյալների միջոցով:

Մակարդակ 2 — խնդրի բարձր մակարդակի վերակառուցում.

ավելի ուշ և բարդ գործընթաց, որը կապված է խնդրի սկզբնական շրջանակը վերակառուցելու, աշխատանքային ներկայացումը փոխելու և լուծման նոր սկզբունք գտնելու կարողության հետ: Quantum G-ն այս մեխանիզմը ուղղակիորեն չի չափում:

Մակարդակ 3 — սկզբունքային նորության դրսևորված ակտ.

արդեն ստեղծված նոր գաղափար, բացահայտում, գյուտ կամ այլ ձեռքբերում: Սա զարգացման, ուսուցման, միջավայրի և երկարատև պրակտիկայի հեռավոր արդյունք է, որը նույնպես թեստի ուղղակի չափման առարկա չէ:

Այս տրամաբանության մեջ Quantum G թեստը գործում է միայն 1-ին մակարդակում: Թեստը չի չափում պատրաստի հանճարեղությունը, չի դիտարկում նոր գաղափարի ստեղծման ակտը և ուղղակիորեն չի չափում ուղեղային ակտիվությունը:

PLN-P աշխատանքային կոնստրուկտը

Quantum G-ի մեթոդաբանության մեջ կիրառվում է սկզբունքի մակարդակով նորության ներուժի աշխատանքային կոնստրուկտը (Principle-Level Novelty Potential, PLN-P): Այն նշանակում է լատենտ, դոմենային շեղված նեյրոկոգնիտիվ պրոֆիլ՝ ապագա բարձր մակարդակի գիտական, տեխնիկական, հետազոտական կամ այլ դոմենային առումով համապատասխան ստեղծարարության վաղ կառուցվածքա-ֆունկցիոնալ նախադրյալների:

Այդպիսի ստեղծարարությունն ասելով նկատի չի առնվում պարզապես անսովոր պատասխաններ տալու, գոյություն ունեցող լուծումները բարելավելու կամ արդեն հայտնի տարրերը համադրելու կարողությունը: Խոսքը հետազայում այնպիսի լուծումների և գաղափարների հասնելու պոտենցիալ կարողության մասին է, որոնք փոխում են խնդրի սկզբնական շրջանակը. թույլ են տալիս տեսնել նոր սկզբունք, կառուցել բացատրության նոր մոդել, առաջարկել գործողության այլ եղանակ կամ նորովի կազմակերպել խնդրային դաշտը:

PLN-P-ն ուղղակիորեն չի դիտարկվում և չի նկարագրում երեխայի արդիական կարողությունը՝ արդեն հիմա ստեղծելու սկզբունքորեն նոր գաղափարներ: Կոնստրուկտը վերաբերում է ավելի վաղ մակարդակին՝ տեղեկատվության

մշակման ավտոմատ և իմպլիցիտ եղանակների անհատական կոնֆիգուրացիային, որոնք դրսևորվում են սենսորային կողավորման, պերցեպտիվ կազմակերպման, համապատասխան հատկանիշների ընտրության, թաքնված կառուցվածքի դուրսբերման, տարածական, ֆունկցիոնալ և նյութական հարաբերությունների հետ աշխատանքի, անհամապատասխանությունների հայտնաբերման և առաջադրանքի հնարավոր փոփոխությունների մոդելավորման մեջ: Quantum G-ի մեթոդաբանության մեջ այս առանձնահատկությունները դիտարկվում են որպես խնդրի շրջանակը հետագայում վերակառուցելու և լուծման նոր սկզբունք գտնելու կարողության կառուցվածքա-ֆունկցիոնալ նախադրյալներ:

PLN-P պրոֆիլը դուրս է բերվում հատուկ նախագծված թեստային պայմաններում կատարման դիտարկելի ցուցանիշների համակցության հիման վրա: Այն ձևավորվում է մի քանի բաղադրիչային պարամետրերից՝ թաքնված կառուցվածքի իմպլիցիտ դուրսբերում, հատկանիշների ավտոմատ խմբավորում և կոմպրեսիա, բացակայող մասի լրացում, կառուցվածքային առումով մոտ, բայց սխալ տարբերակի (near-miss) և նշանակալի անհամապատասխանությունների նկատմամբ զգայունություն, համատեքստային վերակշռում, արտաքին ձևի փոփոխության դեպքում ինվարիանտի պահպանում և մշակման կայունություն աղմուկի, ժամանակային սահմանափակման և ազդանշանների մրցակցության պայմաններում:

Նախագծի հանրային նյութերում այս աշխատանքային կոնստրուկտին համապատասխանում են հեղինակային «հանճարեղության ներուժ» և «հանճարեղության ներուժի գոտիներ» հասկացությունները: Հանճարեղության ներուժը նշանակում է PLN-P-ի հենց լատենտ պրոֆիլը, իսկ հանճարեղության ներուժի գոտիները՝ դրա դոմենային դրսևորումները, այսինքն՝ բովանդակային այն ոլորտները, որոնցում երեխայի վաղ ավտոմատ գործընթացները դրսևորվում են առավել կայուն, բնական և ֆունկցիոնալ առումով հասուն ձևով:

Կոնստիտուտիվ դոմենայնություն. Quantum G-ի մեթոդաբանության մեջ PLN-P-ն չի դիտարկվում որպես բովանդակությունից դուրս «մաքուր» ընդհանուր կարողություն: Ընդհանուր են հաշվարկային գործընթացները, սակայն դրանք միշտ դրսևորվում են մշակվող նյութի որոշակի տեսակի վրա՝ թվային, տարածական, ֆիզիկա-դինամիկական, նյութա-առարկայական, տեխնիկական կամ սոցիալ-պրագմատիկ: Այդ պատճառով Quantum G-ի արդյունքը մեկնաբանվում է ոչ թե որպես մեկ ընդհանուր միավոր, այլ որպես պրոֆիլ այն բանի, թե տեղեկատվության մշակման վաղ ավտոմատ

եղանակները հիմնականում ինչպես են ներգրավվում տարբեր դոմենային ռեժիմներում:

Սահմանազատում. PLN-P-ն վերաբերում է նախամեխանիզմային և նախաարդյունքային մակարդակին: Այն նախորդում է ոչ միայն պատրաստի ստեղծագործական արդյունքին, այլև հենց ռեպրեզենտատիվ վերակառուցմանը: PLN-P-ն նույնական չէ IQ-ի, ֆյուլիդ ինտելեկտի, դիվերգենտ մտածողության, արդեն յուրացված գիտելիքների և հմտությունների մակարդակի, ուսումնական ձեռքբերումների կամ արդեն դրսևորված ստեղծագործական արտադրողականության հետ:

Արդյունքի օգտագործման սահմանները. վաղ դոմենային շեղված պրոֆիլի և սկզբունքային նորության հետագա ձևերի միջև կապը դիտարկվում է որպես զարգացման հետագծի հիպոթեզ (**developmental hypothesis**) և պահանջում է հետագա ստուգում՝ լոնգիտյուդային դիտարկման, ժամանակի ընթացքում պրոֆիլների կայունության գնահատման և այն բանի ստուգման միջոցով, թե արդյոք պրոֆիլակենտրոն ուսուցումը նպաստում է համապատասխան ուժեղ կողմերի ավելի արտահայտված զարգացմանը և սկզբունքի մակարդակում սկզբունքային նորության (**principle-level novelty**) հետագա դրսևորմանը:

Գիտական մոտեցումների քարտեզը և դրանց ներդրումը Quantum G-ի մեթոդաբանության մեջ

I. Կոնստրուկտը, վերլուծական տրամաբանությունը և վավեր եզրահանգումների սահմանները

1. Գնահատման տեսություն և հոգեմետրիկ շրջանակ

Համապատասխանության կարգավիճակ. մեթոդաբանական շրջանակ՝ թեստի դիրքավորման, կիրառման նպատակային նշանակության (intended use), կիրառման սահմանների և վավերացման ծրագրի նկարագրման համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. այս ուղղությունը ուսումնասիրում է, թե ինչպես է հիմնավորվում թեստի արդյունքի իմաստը. ինչ կոնստրուկտ է ընկած գործիքի հիմքում, ինչ նպատակով է օգտագործվում արդյունքը, պատասխանի որ գործընթացները (response processes) պետք է կապված լինեն արդյունքի հայտարարված մոդելի հետ և որտեղ են անցնում թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս շրջանակը կիրառվում է համակարգը որպես կոնստրուկտակենտրոն (construct-centred) ներկայացնելու և առաջադրանքների կատարման ընթացքի վերլուծությունը (process-based evidence) նախապես սահմանված արդյունքի մոդելի շրջանակում ներառելու համար: Այն օգնում է ամրագրել, որ Quantum G-ն IQ թեստ, ձեռքբերումների թեստ (achievement test), ախտորոշման գործիք կամ կամայական արհեստական բանականության եզրահանգում (AI output) չէ: Արդյունքը ձևավորվում է նախապես սահմանված վերլուծական կոնտուրի միջոցով՝ տվյալների մշակման հաստատված կանոններ, մեթոդաբանությամբ նախատեսված պարամետրերի հաշվարկ, որակի վերահսկում և հաշվետվության ավտոմատացված կազմում՝ հաստատված կառուցվածքի համաձայն: Նույն շրջանակն է սահմանում, թե արդյունքի վերաբերյալ որ պնդումներն են թույլատրելի ընթացիկ փուլում, և որոնք են պահանջում հետագա էմպիրիկ ստուգում վավերացման ծրագրի շրջանակներում:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. հոգեմետրիկ / գնահատման շրջանակի (psychometric / assessment framework) առկայությունն ինքնին չի ապացուցում Quantum G-ի վավերականությունը. այն սահմանում է կանոնները, որոնցով այդ վավերականությունը պետք է ստուգվի:

2. Գործընթացի վրա հիմնված գնահատում և պատասխանի գործընթացի ապացույցներ

Համապատասխանության կարգավիճակ. մեթոդաբանական շրջանակ և ուղղակի հիմք կատարման ընթացքի տվյալների շերտի համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. առաջադրանքների կատարման գործընթացի գնահատման մոտեցումը (process-based assessment) դիտարկում է, թե ինչպես կարող են կատարման ընթացքի վերաբերյալ տվյալները՝ ժամանակը, ընտրության հետագծերը, հայացքի օրինաչափությունները (gaze patterns), հապաղումները, սխալները, ինքնուղղումը և ռազմավարության փոփոխությունները, օգտագործվել որպես պատասխանի գործընթացի ապացույցներ (response-process evidence), այսինքն՝ որպես տվյալներ այն մասին, թե ինչպես է ձևավորվել վերջնական պատասխանը սահմանված թեստային պայմաններում:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում սա աջակցում է ոչ միայն վերջնական պատասխանի, այլև առաջադրանքների կատարման ընթացքի վերլուծությանը: Կատարման ընթացքի տվյալները օգտագործվում են որպես ապացույցների լրացուցիչ շերտ. դրանք օգնում են հստակեցնել, թե ինչպես է երեխան ընտրել տեղեկատվությունը, բաշխել ուշադրությունը, արձագանքել մրցակցող ազդանշաններին, կայունացրել ընտրությունը և հաղթահարել ժամանակային սահմանափակումը, անորոշությունը կամ աղմուկը:

Հայացքի վերաբերյալ տվյալները (gaze data) կարող են օգտագործվել որպես կատարման ընթացքի ալիքներից մեկը (process-level channels). դրանք օգնում են նկարագրել, թե որ տարրերին է երեխան առաջին հերթին դիմում, արդյոք վերադառնում է կառուցվածքային առումով նշանակալի հատկանիշներին, արդյոք կանգ է առնում սալիենտ շեղող տարրի վրա և ինչպես է փոխվում առաջադրանքի ուսումնասիրության հետագիծը: Արագ միմիկ և վարքային նշանները կարող են օգտագործվել միայն որպես մշակման արժեքի, գերբեռնվածության, ներգրավվածության կորստի, տեխնիկական խնդրի կամ այնպիսի պայմանների օժանդակ ազդանշաններ, որոնց դեպքում տվյալները պահանջում են լրացուցիչ որակի վերահսկում:

Այս տվյալները կապում են թեստային ընթացակարգը, մասնագիտացված արհեստական բանականության ենթահամակարգերը (AI subsystems), որակի վերահսկումը և արդյունքի ձևավորումը մեկ միասնական վերլուծական կոնտուրում:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. կատարման ընթացքի ցուցանիշները (process indicators) չպետք է մեկնաբանվեն մեկուսացված: Հայացքի մեկ օրինաչափությունը (gaze pattern), միմիկ մարկերը կամ սխալի տեսակը պրոֆիլի ինքնությունն ապացույց չէ: Այդպիսի տվյալները նշանակություն ունեն միայն կոնկրետ առաջադրանքի ճարտարապետության, վերջնական պատասխանի, մուտքային տվյալների որակի և նախապես սահմանված վերլուծական կոնտուրի կանոնների համակցության մեջ:

Միմիկ մարկերները չեն հանդիսանում հուզական ախտորոշում, բժշկական եզրահանգում, երեխայի հոգեբանական վիճակի գնահատում կամ կենսաչափական նույնականացում:

II. Վաղ ճանաչողական համակարգեր, ներդրագրագում և անհատական տարբերություններ

3. Հիմնարար գիտելիքները և զարգացման

Համապատասխանության կարգավիճակ. դոմենային շրջանակ՝ վաղ ճանաչողական նախադրյալները և դրանց դերը զարգացման գործընթացում հասկանալու համար (developmental foundation):

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Հիմնարար ճանաչողական համակարգերի (Core Knowledge) վերաբերյալ հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ երեխան իր զարգացումը չի սկսում «դատարկ էջից». վաղ տարիքից նա արդեն ունի օբյեկտների, թվի, տարածության և գործունեությունը ներկայացնելու վերաբերյալ կառուցվածքային ներկայացման համակարգեր: Այդ համակարգերն ուղղորդում են հետագա ուսուցումը և միջավայրի հետ փոխազդեցությունը:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս ուղղությունը մասամբ օգտագործվում է վաղ ճանաչողական հիմքի գաղափարը հիմնավորելու համար: Թեստը չի որոնում դպրոցական գիտելիքներ և չի գնահատում արդեն կուտակված հմտությունները, այլ աշխատում է այն բանի հետ, թե ինչպես են ընկալման և տեղեկատվության մշակման հիմնարար համակարգերը դրսևորվում երեխայի մոտ հատուկ ստեղծված թեստային պայմաններում: Այս մոտեցումը նաև աջակցում է թեստի վաղ տարիքային կիրառելիությանը և Quantum G-ի գոտիների դոմենային ճարտարապետությանը:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Հիմնարար ճանաչողական համակարգերը (Core Knowledge) ինքնին չեն ապացուցում արդեն ձևավորված «հանճարեղության գոտիների» առկայությունը: Այս մոտեցումը հիմնավորում է վաղ ճանաչողական հիմքերի գոյությունը, որոնց վրա կարող է կառուցվել հետագա զարգացումը, սակայն Quantum G-ի անհատական պրոֆիլը պահանջում է առանձին էմպիրիկ ստուգում:

4. Զարգացման կանխատեսիչներ և վաղ նախադրյալներ

Համապատասխանության կարգավիճակ. Էմպիրիկ նախադեպ:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Այս ուղղությունն ուսումնասիրում է, թե արդյոք վաղ ոչ խոսքային կամ իմպլիցիտ ցուցանիշները կարող են կապված լինել հետագա սովորելու ունակության, դոմենային կարողությունակության և զարգացման հետազդերի հետ:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ի համար այս հետազոտությունները կարևոր են որպես էմպիրիկ նախադեպ. դրանք ցույց են տալիս, որ վաղ ցուցանիշները, որոնք չեն հանգեցվում արդեն յուրացված գիտելիքներին կամ ուսումնական ձեռքբերումներին, կարող են կապված լինել հետագա դոմենային զարգացման հետ: Հատկապես նշանակալի են տվյալները

նախալեզվական թվային զգացողության (preverbal number sense) և հետագա մաթեմատիկական զարգացման միջև կապի, ինչպես նաև տարածական կարողության (spatial ability) և բնական գիտությունների, տեխնոլոգիական, ինժեներական և մաթեմատիկական ոլորտներում հետագա զարգացման հետագծերի (STEM trajectories) միջև կապի վերաբերյալ: Quantum G-ի մեթոդաբանության մեջ այս ուղղությունը աջակցում է թեստի ըմբռնմանը որպես զարգացման ներուժի գնահատման գործիք (developmental potential instrument) և սահմանում է կողմնորոշիչ՝ հենց թեստի լոնգիտյուդային ստուգման սեփական ծրագրի համար:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Այս հետազոտությունները չեն ապացուցում Quantum G-ի կանխատեսողական ուժը: Դրանք ձևավորում են նախադեպ և չափանիշ այն բանի համար, թե ինչպիսի ստուգում պետք է անցնի հենց թեստը:

5. Նեյրոնային վերօգտագործում, նեյրոնային վերամշակում և խառը ընտրողականություն

Համապատասխանության կարգավիճակ. նեյրոնաաչողական շրջանակ՝ էվոլյուցիոն առումով ավելի վաղ ձևավորված ռեսուրսները, նեյրոնային շղթաների ֆունկցիոնալ նախատրամադրվածությունը և բարդ ճանաչողական գործառույթների ոչ խիստ մոդուլային կազմակերպումը հասկանալու համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Մշակութային առումով ուշ ձևավորված հմտությունների նեյրոնային վերահարմարեցումը (neuronal recycling) նկարագրում է, թե ինչպես են մշակութային առումով ուշ առաջացած հմտությունները, օրինակ՝ ընթերցանությունը, գրելը, սիմվոլային հաշիվը և թվաբանությունը, յուրացնում էվոլյուցիոն առումով ավելի վաղ ձևավորված, արդեն կազմակերպված նեյրոնային շղթաներն ու կեղևային քարտեզները (cortical maps): Այս հմտությունները չեն առաջանում լիովին նոր նեյրոնային հիմքի վրա. դրանք վերադրվում են ավելի վաղ ձևավորված համակարգերի վրա՝ օգտագործելով դրանց հաշվարկային հնարավորությունները և միաժամանակ ժառանգելով դրանց սահմանափակումները:

Նեյրոնային վերօգտագործումը (neural reuse) այս տրամաբանությունը դիտարկում է ավելի լայն շրջանակում. տեղային նեյրոնային շղթաները, որոնք էվոլյուցիայի կամ զարգացման ընթացքում ձևավորվել են որոշ

գործառնությունների համար, կարող են ներգրավվել նոր ֆունկցիոնալ կոալիցիաների մեջ և օգտագործվել այլ խնդիրների համար՝ հաճախ չկորցնելով իրենց սկզբնական դերը: Այս շրջանակում ուղեղը չի ընկալվում ոչ որպես մեկ ֆիքսված գործառնություն ունեցող խիստ մոդուլների հավաքածու, ոչ էլ որպես լիովին ունիվերսալ, չտարբերակված համակարգ: Առանձին շղթաներն ունեն ֆունկցիոնալ նախատրամադրվածություն (functional bias), այսինքն՝ որոշակի տեսակի մուտքային ազդակների, մշակման և ելքային արձագանքների նկատմամբ նախահակվածություն, սակայն կարող են մասնակցել տարբեր ճանաչողական կոնֆիգուրացիաների:

Խառը ընտրողականությունը (mixed selectivity) լրացնում է այս պատկերը նեյրոնային կողավորման մակարդակում. նեյրոնները և նեյրոնային պոպուլյացիաները կարող են զգայուն լինել ոչ թե մեկ մեկուսացված հատկանիշի, այլ առաջադրանքի պարամետրերի համակցությունների նկատմամբ: Սա բարձրացնում է հաշվարկների ճկունությունը և աջակցում է բարդ ճանաչողական գործառնությունների մասին պատկերացմանը՝ որպես բաշխված և համատեքստից կախված, այլ ոչ թե մեկ մոդուլի հետ խիստ կապված համակարգերի:

Ինչպես է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս ուղղությունն օգտագործվում է որպես նեյրոնաճանաչողական համատեքստ՝ նկարագրելու համար, թե ինչու բարդ մշակութային և դոմենային մտածողության ձևերը չպետք է ընկալվեն որպես «գրոյից» առաջացող կամ ուղեղի առանձին անատոմիական գոտիներին կապված երևույթներ: Այն աջակցում է այն մոդելին, ըստ որի՝ ուշ ձևավորվող հմտությունները և դոմենային մշակման ձևերը կարող են կառուցվել էվոլյուցիոն առումով ավելի վաղ ձևավորված, արդեն կազմակերպված նեյրոնաճանաչողական ռեսուրսների վրա, որոնք ունեն իրենց սեփական ֆունկցիոնալ նախատրամադրվածություններն ու սահմանափակումները:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Quantum G-ն չի չափում նեյրոնային վերօգտագործումը (neural reuse), մշակութային առումով ուշ ձևավորված հմտությունների նեյրոնային վերահարմարեցումը (neuronal recycling), իսկ ընտրողականությունը (mixed selectivity) կամ կոնկրետ նեյրոնային ցանցերի ակտիվությունը: Այս մոտեցումները երեխայի պրոֆիլն ուղղակիորեն չեն ապացուցում: Դրանց դերը բացատրական և սահմանազատող է. դրանք սահմանում են այն նեյրոնաճանաչողական համատեքստը, որի շրջանակում Quantum G-ի դոմենային պրոֆիլները չեն հանգեցվում ո՛չ դպրոցական առարկաներին, ո՛չ էլ առանձին անատոմիական տեղայնացումներին:

6. Չարգացման նեյրոկենսաբանություն

Համապատասխանության կարգավիճակ. նեյրոզարգացման համատեքստ. ոչ թե գնահատման ուղղակի շերտ:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Այս ոլորտն ուսումնասիրում է զարգացող ուղեղի պլաստիկությունը, սինապտիկ ավելցուկայնությունը և սինապտիկ էլիմինացիան (pruning), միելինիզացիան, զգայուն շրջանները (sensitive periods), կեղևային և ենթակեղևային համակարգերի հասունացումը, ինչպես նաև միջավայրի ազդեցությունը զարգացման արագության և պրոֆիլի վրա:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում զարգացման նեյրոկենսաբանության (developmental neurobiology) վերաբերյալ հետազոտությունները օգտագործվում են որպես համատեքստ՝ վաղ թեստավորման և դրան հաջորդող զարգացնող աջակցության անհրաժեշտությունը հիմնավորելու համար: Մանկությունը և դեռահասությունը դիտարկվում են որպես բարձր նեյրոպլաստիկության շրջան: Այդ պատճառով վաղ թեստավորումը դիտարկվում է որպես տեղեկատվության մշակման անհատական առանձնահատկությունները տեսնելու միջոց այն փուլում, երբ զարգացումը դեռևս հատկապես զգայուն է միջավայրի, ուսուցման և նպատակաուղղված աջակցության նկատմամբ: Այս ուղղությունը նաև աջակցում է առաջադրանքների տարիքային ադապտացմանը և պրոֆիլների կայունության լոնգիտյուդային ստուգման անհրաժեշտությանը:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Quantum G-ն ուղղակիորեն չի չափում սինապտիկ էլիմինացիան (pruning), միելինիզացիան կամ զգայուն շրջանները (sensitive periods): Այս հետազոտությունները սահմանում են զարգացման համատեքստը, այլ ոչ թե թեստի առանձին ցուցանիշ:

III. Սենսորային կողավորում, ընկալման մշակում և տարածական-գործողութային կազմակերպում

7. Տեսողական ընկալման հաշվարկային և բեյեսյան տեսություններ

Համապատասխանության կարգավիճակ. գիտական համատեքստ՝ տեսողական պայմանների նախագծման, ոչ ամբողջական և երկիմաստ մուտքային տվյալների հետ աշխատանքի, ինչպես նաև առաջադրանքների կատարման գործընթացի վերլուծության համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Այս ուղղությունը տեսողությունը դիտարկում է ոչ թե որպես սենսորային մուտքի պասիվ գրանցում, այլ որպես տեսարանի կառուցվածքի մասին ներկայացման ակտիվ կառուցում: Անգիտակցական եզրահանգման գաղափարը (unconscious inference) սկիզբ է առնում Հելմհոլցից և ընկալումը նկարագրում է որպես տեսարանի առավել հավանական կառուցվածքի ակտիվ կառուցում. տեսողական համակարգը պարզապես պատկեր չի ստանում, այլ այն լրակառուցում է ոչ ամբողջական և երկիմաստ մուտքային տվյալների հիման վրա: Հաշվարկային տեսողությունը (computational vision), առաջին հերթին Մառի ավանդույթի շրջանակում, տեսողությունը դիտարկում է որպես ներկայացումների կառուցման հաշվարկային խնդիր՝ պատկերի վաղ նկարագրությունից մինչև օբյեկտների, մակերեսների, խորության և տեսարանի ավելի կազմակերպված կառուցվածք: Բեյեսյան ընկալումը (Bayesian perception) այս տրամաբանությունը ձևակերպում է հավանականային եզրահանգման միջոցով. ընկալումը հասկացվում է որպես սենսորային ազդանշանի առավել հավանական պատճառի գնահատում՝ հաշվի առնելով անորոշությունը, նախորդող սպասումները (prior expectations) և ստացվող տվյալները:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս շրջանակը հաշվի է առնվել ֆրագմենտացված, դեգրադացված, երկիմաստ կամ հակասական տեսողական մուտքային տվյալներով առաջադրանքների նախագծման ժամանակ: Այդպիսի պայմանները կարևոր են, քանի որ դրանք դիտարկելի են դարձնում տարբերությունները այն հարցում, թե ինչպես է երեխայի տեսողական-ընկալողական համակարգը խմբավորում տարրերը, լրակառուցում պակասող կառուցվածքը, առանձնացնում թաքնված սկզբունքը, արձագանքում անհամապատասխանությանը և սահմանափակ ժամանակի պայմաններում կայունացնում պատասխանը: Ավելի լայն մեթոդաբանական տրամաբանության մեջ այս ուղղությունը աջակցում է թեստի ըմբռնմանը որպես գործիքի, որն աշխատում է ոչ միայն վերջնական ընտրության, այլև մուտքային նյութի ներքին մոդելի կառուցման վաղ մակարդակի հետ:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Quantum G-ի արդյունքները կարող են օգտագործվել որպես տեսողական տեղեկատվության մշակման որոշակի եղանակների անուղղակի ցուցանիշներ, սակայն ոչ որպես ուղեղային ակտիվության, կոնկրետ նեյրոնային ցանցերի վիճակի կամ երեխայի մոտ առանձին ֆիզիոլոգիական մեխանիզմների աշխատանքի ուղղակի չափում:

8. Հոգեֆիզիկա և ազդանշանի հայտնաբերման տեսություն

Համապատասխանության կարգավիճակ. ուղղակի օպերացիոնալ հենարան՝ բազային սենսորային շերտի, խթանների պարամետրայնացման, ազդանշանի տարբերակելիության վերահսկման և կոնստրուկտի հետ չկապված փոփոխականության (construct-irrelevant variance) նվազեցման համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Հոգեֆիզիկան ուսումնասիրում է, թե ինչպես են խթանի ֆիզիկական պարամետրերը՝ հակադրությունը, տևողությունը, ինտենսիվությունը, տարբերակելիությունը, աղմուկը, տարածական հաճախականությունը, գույնը, ձայնի բարձրությունը կամ ռիթմը, կապված ընկալման և վարքային պատասխանի հետ: Ազդանշանի հայտնաբերման տեսությունը (Signal Detection Theory) օգնում է տարանջատել ազդանշանի նկատմամբ զգայունությունը և պատասխանի չափանիշը, օրինակ՝ զգուշավորությունը, իմպուլսիվությունը, ռիսկային ընտրությունը կամ պահպանողական ռազմավարությունը անորոշության պայմաններում:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս ուղղությունը հատկապես կարևոր է այն բլոկների համար, որտեղ առաջադրանքները հարաբերականորեն մեկուսացված ձևով ծանրաբեռնում են տեսողական և լսողական մշակման բազային հաշվարկները: Հոգեֆիզիկական տրամաբանությունն օգտագործվել է վերահսկվող տարբերակելիություն ունեցող խթանների նախագծման ժամանակ՝ կողմնորոշման, տարածական հաճախականության, հակադրության, գունային տարբերությունների, տեքստուրայի, ներկայացման տևողության, ձայնի ինտենսիվության, ռիթմի և ազդանշանի միկրոդինամիկայի մակարդակներում:

Թեստի գործնական տրամաբանության մեջ սա աջակցում է դեգրադացված, աղմկոտ, շեմին մոտ (near-threshold) և կառուցվածքային առումով մոտ սխալ խթանների (near-miss) օգտագործմանը, ինչպես նաև այնպիսի առաջադրանքների կիրառմանը, որտեղ երեխան պետք է առանձնացնի կառուցվածքային առումով նշանակալի ազդանշանը մրցակցող

հատկանիշների միջից: Այս տրամաբանության մեջ հոգեֆիզիկական և ազդանշանի հայտնաբերման տեսությունը (SDT) օգնում են չխառնել անհրաժեշտ հատկանիշի նկատմամբ թույլ զգայունությունը իմպուլսիվության, զգուշավորության, պատահական ընտրության, թեստն անցնելու տեխնիկական պայմանների կամ պատասխանի ռազմավարության հետ:

Այս շերտն ապահովում է PLN-P-ի օպերացիոնալացման բազային մակարդակի չափողական կարգապահությունը: Այն կարևոր է խթանների կալիբրացիայի (stimulus calibration), որակի վերահսկման (quality control), պարամետրային դիզայնի, սխալների վերլուծության և չափման արդարության (fairness) համար. խթանները և դրանց ներկայացման պայմանները պետք է լինեն բավարար չափով վերահսկելի, որպեսզի ծանրաբեռնեն թիրախային հաշվարկային պարամետրը, այլ ոչ թե արտացոլեն էկրանի, ձայնի, լուսավորության, շարժողական արագության, հոգնածության կամ ընդհանուր տազնապայնության պատահական տարբերությունները:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Հոգեֆիզիկական և ազդանշանի հայտնաբերման տեսությունը (Signal Detection Theory) չեն ապացուցում հանճարեղության ներուժի առկայությունը և ինքնին չեն չափում դոմենային շեղում ունեցող PLN-P-ն: Դրանք նկարագրում են ընթացակարգի ստորին չափողական շերտը. որքանով է խթանը ճիշտ ներկայացնում ազդանշանը, որքանով է պատասխանը զգայուն աղմուկի նկատմամբ, և ինչպես կարելի է տարանջատել ազդանշանի նկատմամբ զգայունությունը պատասխանի չափանիշից: Quantum G-ն չպետք է մեկնաբանվի որպես տեսողության կամ լսողության կլինիկական ստուգում. բազային սենսորային առաջադրանքներն օգտագործվում են որպես վերահսկվող պատուհաններ դեպի վաղ մշակումը, այլ ոչ թե որպես սենսորային համակարգերի բժշկական ախտորոշում:

9. Գաբորանման նախշեր, կողմնորոշման և տարածական հաճախականության մշակում

Համապատասխանության կարգավիճակ. օպերացիոնալ նեյրոտեստողական շրջանակ՝ բազային տեսողական բլոկի առանձին առաջադրանքների համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Այս ուղղությունը կապված է վաղ տեսողական մշակման հետազոտությունների հետ, առաջին հերթին՝ տեսողական համակարգի զգայունությունը կողմնորոշման նկատմամբ, տարածական հաճախականության, հակադրության, տեղային տեքստուրային

կազմակերպման և օրինաչափությունների նկատմամբ: Գաբորանման (Gabor-like) պատերններն ու ֆիլտրերը հաճախ օգտագործվում են որպես վաղ տեսողական կեղևի պարզ բջիջների (simple cells) ընկալիչ դաշտերի մաթեմատիկական մոտարկում, ինչպես նաև որպես գործիք՝ ուսումնասիրելու, թե ինչպես է տեսողական համակարգը առանձնացնում մուտքային ազդակի տեղային կառուցվածքը:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս շրջանակը հաշվի է առնվել առաջին բլոկի առանձին տեսողական առաջադրանքների նախագծման ժամանակ, որտեղ կարևոր է հարաբերականորեն մեկուսացված ձևով ծանրաբեռնել կառուցվածքային առանցքի, օրինաչափության, պատերնի խախտման կամ թույլ տեղային ազդանշանի վաղ առանձնացումը: Այդպիսի խթանները թույլ են տալիս նվազեցնել առարկայական գիտելիքի, մշակութային ծանոթության և արդեն յուրացված ուսումնական հմտությունների ներդրումը, քանի որ երեխան աշխատում է ոչ թե ճանաչելի բովանդակության, այլ տեսողական կազմակերպման բազային պարամետրերի հետ: Այս տրամաբանության մեջ գաբորանման (Gabor-like) և տարածական-հաճախականային (spatial-frequency) խթանները վերաբերում են ընթացակարգի բազային շերտին (foundation layer). դրանք օգնում են դիտարկելի դարձնել վաղ տեսողական կառուցվածքի կոդավորման (structural coding) տարբերությունները՝ նախքան ավելի բարդ դոմենային կամ իմաստային առաջադրանքներին անցնելը:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Գաբորանման (Gabor-like) առաջադրանքներն ինքնին չեն չափում PLN-P-ն, դոմենային պրոֆիլը կամ «հանճարեղության ներուժի գոտին»: Դրանք տալիս են վաղ տեսողական կառուցվածքային կոդավորման գնահատման վերահսկվող ուղիներից մեկը և պետք է դիտարկվեն միայն այլ առաջադրանքների, կատարման ընթացքի ցուցանիշների և նախապես սահմանված արդյունքի մոդելի համադրության մեջ: Quantum G-ն առաջնային տեսողական կեղևի ակտիվության, պարզ բջիջների (simple cells) աշխատանքի կամ տեսողական այլ նեյրոնային մեխանիզմների ուղղակի նեյրոֆիզիոլոգիական չափման մեթոդ չէ: Այս տիպի առաջադրանքներն օգտագործվում են որպես վաղ տեսողական մշակման վարքային-հոգեֆիզիկական փորձանմուշներ:

10. Գունային տեսողություն, կոնային-օպոնենտային կոդավորում և համատեքստից կախված գունային ընկալում

Համապատասխանության կարգավիճակ. օպերացիոնալ հենարան այն խթանների համար, որոնցում գույնն օգտագործվում է որպես համապատասխան հատկանիշ, սալիենտ խայծ, խմբավորման տարր կամ համատեքստային փոփոխիչ:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Գունային տեսողության հետազոտությունները նկարագրում են կոնիկների օպոնենտային կոդավորումը (cone-opponent coding), գունային հաստատունությունը, հակադրության, լուսավորության, շրջապատող միջավայրի և համատեքստի ազդեցությունը գուներանգի և գույնի նշանակության ընկալման վրա: Ավելի լայն իմաստով՝ գույնը կարող է մասնակցել նյութի, օբյեկտի վիճակի, խմբային պատկանելության, ազդանշանի նշանակալիության և խթանի աֆեկտիվ երանգավորման ճանաչմանը:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում գույնն օգտագործվում է որպես մշակման վերահսկվող պարամետր: Այն կարող է լինել համապատասխան հատկանիշ, սալիենտ խայծ, տարրերի խմբավորման միջոց կամ ազդանշան, որի նշանակությունը փոխվում է՝ կախված առաջադրանքի համատեքստից: Սա թույլ է տալիս ստուգել՝ արդյոք երեխան հետևում է գույնի մակերեսային վառությանը և նկատելիությանը, թե պահպանում է նյութի ավելի խորը կառուցվածքային կազմակերպումը: Այս տրամաբանության մեջ գունային շերտը վերաբերում է խթանների դիզայնին (stimulus design), հատկանիշների կապակցմանը (feature binding), ուշադրության առաջնահերթացմանը (attention prioritization) և համատեքստից կախված ընկալմանը (context-sensitive perception):

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Գունային շերտը չպետք է մեկնաբանվի որպես գեղարվեստական ճաշակի, գույնի նկատմամբ հուզական արձագանքի կամ երեխայի անձնական նախասիրությունների թեստ: Գույնն օգտագործվում է որպես ընկալման, ուշադրության և հատկանիշների խմբավորման վերահսկվող պարամետր, այլ ոչ թե որպես դոմենային պրոֆիլի կամ հոգեբանական վիճակի ինքնուրույն ցուցանիշ:

11. Նյութի ընկալում և մակերևույթի վիճակագրական հատկանիշներ

Համապատասխանության կարգավիճակ. օպերացիոնալ հենարան նյութական-քիմիական շերտի (material/chemical) առանձին առաջադրանքների համար. ոչ թե քիմիական դոմենի ամբողջական նկարագրություն:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Նյութի ընկալման (material perception) հետազոտություններն ուսումնասիրում են, թե ինչպես է տեսողական համակարգը օպտիկական հատկանիշների հիման վրա եզրահանգում նյութի կամ նյութական միջավայրի հատկությունները՝ փայլը, թափանցիկությունը, խորդուբորդությունը, տեքստուրան, պլոտությունը, ենթամակերևութային ցրումը, գույնը, լուսավորության գրադիենտները և պատկերի վիճակագրական հատկանիշները: Տեքստուրայի վիճակագրության (texture statistics) հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ մակերևույթի կանոնավորությունը, տարրերի բաշխումը, տեղային խախտումները և փոքր շեղումները կարող են տեղեկություն պարունակել նյութի որակի, վիճակի, արատի, խառնուրդի կամ այլ ֆազայի մասին:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս ուղղությունը հաշվի է առնվել նյութական-քիմիական (chemical-material) ռեժիմի համար: Թեստը չի ստուգում քիմիան որպես գիտակարգ և քիմիական հասկացությունների իմացությունը, այլ կարող է ծանրաբեռնել «նյութային տեսողության» ավելի վաղ շերտը:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Նյութի ընկալման (material perception) ցուցանիշները չեն ապացուցում ապագա քիմիական կարողունակությունը և նյութական-քիմիական պրոֆիլի ինքնուրույն ցուցանիշ չեն. նման վաղ ցուցանիշների կապը հետագա դոմենային զարգացման հետ պահանջում է էմպիրիկ ստուգում:

12. Լսողական մշակում, հարմոնիա, ռիթմ և պրոսոդիա

Համապատասխանության կարգավիճակ. օպերացիոնալ հենարան թեստի աուդիալ, խոսքային և մուլտիմոդալ շերտի համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Լսողական ընկալման հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ ուղեղը արագ առանձնացնում է ձայնի բարձրությունը, տեմբրը, ռիթմը, օրինաչափությունը, սպասման խախտումը, հարմոնիկությունը,

դադարների կազմակերպումը և պրոստոդիկ օրինաչափությունները:
Չարգացման գիտության (developmental science) մեջ առանձին վաղ լսողական
ցուցանիշներ դիտարկվում են որպես նշանակալի հետագա լեզվական
զարգացման, խոսքի մշակման, ժամանակային կառուցվածքի կանխատեսման
(temporal prediction) և աուդիալ խմբավորման համար:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում ձայնը, խոսքը
և աուդիալ հուշումները դիտարկվում են որպես տեղեկատվության մշակման
առանձին ուղի: Այս ուղղությունը աջակցում է այն առաջադրանքներին և
գործընթացային (process-level) ցուցանիշներին, որոնք կապված են այն բանի
հետ, թե ինչպես է երեխան խմբավորում ձայները, ընկալում ռիթմը և
ժամանակային կառուցվածքը, մշակում ինտոնացիան ու դադարները և
արձագանքում սպասման խախտմանը: Այն նաև կարևոր է այն դեպքերում,
երբ աուդիալ ազդանշանը պետք է համադրվի տեսողական խթանի,
ընտրության, գործողության կամ առաջադրանքի ներսում թաքնված կանոնի
հետ: Այս տրամաբանության մեջ աուդիալ շերտը վերաբերում է թեստային
ընթացակարգի բազային շերտին (foundation-layer), խոսքային
առաջադրանքների կատարման ընթացքի տվյալներին (speech-related process
data) և թեստավորման մուլտիմոդալ դիզայնին:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Quantum G-ի լսողական
առաջադրանքները լսողության կլինիկական ստուգում, լոգոպեդական
գնահատում կամ խոսքային խանգարումների ախտորոշում չեն: Դրանք
օգտագործվում են որպես վերահսկվող պայմաններ՝ թեստային ընթացակարգի
շրջանակում աուդիալ և մուլտիմոդալ օրինաչափությունների մշակումը
վերլուծելու համար և պետք է դիտարկվեն միայն այլ առաջադրանքների,
մուտքային տվյալների որակի և նախապես սահմանված արդյունքի մոդելի
համադրությամբ:

13. Շարժում, եռաչափ կառուցվածք և տարածության մեջ գործողության համար մշակումը

Համապատասխանության կարգավիճակ. օպերացիոնալ և դոմենային
հենարան ֆիզիկա-դինամիկ, տարածական և ինժեներական-կառուցվածքային
առաջադրանքների համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Այս ուղղությունն ուսումնասիրում է, թե ինչպես է
ընկալողական համակարգը առանձնացնում շարժումը, խորությունը,
հետագիծը, ուղղությունը, հենարանը, կայունությունը, տարածական

հարաբերությունները և գործողության համար անհրաժեշտ կոորդինատները: Այստեղ կարևոր դեր է խաղում դորսալ տեսողական հոսքը, որը կապված է ոչ միայն այն ընկալման հետ, թե «որտեղ է գտնվում օբյեկտը», այլ նաև գործողության համար տարածական մշակման հետ (spatial-for-action). ինչպես է օբյեկտը տեղակայված, ինչպես կարող է շարժվել, ինչպես կարելի է նրա հետ փոխազդել, և ինչ հարաբերություններ են ապահովում տեսարանի կայունությունը:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս ուղղությունը հաշվի է առնվել հետազոծերի, տեղափոխության, կայունության, հավաքման, գործողության ընտրության, ապագա վիճակի կանխատեսման և տարածական կոնֆիգուրացիայի հետ աշխատանքի առաջադրանքների նախագծման ժամանակ: Այդպիսի առաջադրանքները թույլ են տալիս ծանրաբեռնել ոչ միայն օբյեկտի ճանաչումը, այլ նաև օբյեկտների, ուղղության, հենարանի, հնարավոր շարժման և գործողության միջև հարաբերությունների մշակումը: Թեստի մեթոդաբանության մեջ այս շերտը կարևոր է ֆիզիկա-դինամիկ, մակրոինժեներական և միկրոինժեներական առաջադրանքների համար, որտեղ երեխան աշխատում է տեսարանի ապագա վիճակի, կառուցվածքային կայունության կամ գործողության ֆունկցիոնալ հնարավորության հետ:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Quantum G-ի համատեքստում այս ուղղությունը չի օգտագործվում երեխայի շարժողական կարողությունների, ճարակության կամ ֆիզիկական կոորդինացիայի՝ որպես ինքնուրույն հատկանիշների գնահատման համար: Խոսքը թեստային առաջադրանքների շրջանակում շարժման, տարածության, գործողության և կառուցվածքային տեսարանի ճանաչողական-ընկալողական մշակման մասին է: Այդպիսի ցուցանիշները չպետք է մեկնաբանվեն մեկուսացված և նշանակություն ունեն միայն թեստի այլ տվյալների ու նախապես սահմանված արդյունքի մոդելի հետ համադրությամբ:

14. Ներքին մոդելներ և կանխատեսող սիմուլյացիա

Համապատասխանության կարգավիճակ. տեսական շրջանակ այն առաջադրանքների համար, որտեղ կարևոր է ոչ միայն ընթացիկ խթանի ճանաչումը, այլև հնարավոր փոփոխության, թաքնված կառուցվածքի կամ համակարգի ապագա վիճակի հետ աշխատանքը:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Այս ուղղությունը միավորում է մտավոր պատկերների (mental imagery), մտավոր պտտման (mental rotation), ինտուիտիվ ֆիզիկայի (intuitive physics), մեխանիկական դատողության (mechanical

reasoning), կանխատեսող սիմուլյացիայի (forward simulation) և տեսարանների ու իրադարձությունների կառուցման (scene/event construction) հետազոտությունները: Տարբեր ոլորտներում դրանք նկարագրում են մարդու՝ ներքին մոդելներ կառուցելու կարողությունը. մտովի պտտել օբյեկտը, կանխատեսել հետագիծը, պատկերացնել մեխանիզմի աշխատանքը, լրակառուցել տեսարանը, գնահատել կառուցվածքի կայունությունը կամ ենթադրել, թե ինչպես մեկ տարրի փոփոխությունը կազդի ամբողջի վիճակի վրա:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս շրջանակը հաշվի է առնվել այնպիսի առաջադրանքների նախագծման ժամանակ, որտեղ երեխան պետք է աշխատի ոչ միայն այն բանի հետ, ինչն արդեն տրված է էկրանին, այլև նյութի կամ համակարգի հնարավոր ապագա վիճակի հետ, օրինակ՝ որ տարրն է ավարտուն դարձնում կառուցվածքը, կամ ինչպես է մեկ բաղադրիչի փոփոխությունը փոխում ամբողջ համակարգը: Այս շերտը կապված է կառուցվածքի լրակառուցման (completion), ապագա վիճակի կանխատեսման (forward prediction), կառուցվածքային կայունության գնահատման (structural stability), հետագծի կանխատեսման (trajectory anticipation), մասի և գործառույթի կապի վերաբերյալ եզրահանգման (part-function inference), ֆիզիկա-դինամիկ առաջադրանքների, միկրոինժեներական և մակրոինժեներական տրամաբանության հետ:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Quantum G-ն չի չափում հասուն մտավոր սիմուլյացիան, կառուցողական երևակայությունը կամ մեխանիկական դատողությունը որպես ինքնուրույն կարողություններ: Այս ուղղությունն օգտագործվում է որպես տեսական համատեքստ՝ ներքին մոդելավորման ավելի վաղ վարքային և գործընթացային (process-level) նախադրյալների համար, այլ ոչ թե որպես թեստավորման ուղղակի օբյեկտ:

15. Աֆորդանսների տեսություն և ֆունկցիոնալ գործողություն

Համապատասխանության կարգավիճակ. օպերացիոնալ և դոմենային շրջանակ այն առաջադրանքների համար, որտեղ կարևոր է ճանաչել հնարավոր գործողությունը, օբյեկտի գործառույթը կամ տեսարանի տարրերի միջև կրիտիկական հարաբերությունը:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Աֆորդանսային մոտեցումը նկարագրում է, թե ինչպես է մարդը միջավայրը ընկալում ոչ միայն որպես տեսողական հատկանիշների հավաքածու, այլ նաև որպես հնարավոր գործողությունների դաշտ: Օբյեկտը կամ տեսարանը կարող են ընկալվել այն տեսանկյունից, թե ինչ

կարելի է անել դրանց հետ. վերցնել, միացնել, շրջանցել, օգտագործել որպես հենարան, փոփոխել, փոխանցել, ուղղել կամ ներառել ավելի լայն կառուցվածքի մեջ: Գործողության ընտրության (action selection) հետազոտությունները լրացնում են այս շրջանակը՝ ցույց տալով, որ իրավիճակում կարող են մրցակցել մի քանի հնարավոր գործողություններ, իսկ ընտրությունը կախված է նպատակից, համատեքստից, օբյեկտի ֆունկցիոնալ դերից և առաջադրանքի սահմանափակումներից:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս շրջանակը հաշվի է առնվել տեխնիկական, ինժեներական, սոցիալական և գործողությանն ուղղված (action-oriented) առաջադրանքների նախագծման ժամանակ, որտեղ երեխան պետք է ոչ թե պարզապես ճանաչի օբյեկտը կամ տեսարանը, այլ հասկանա, թե ինչ գործողություն է հնարավոր, որ տարրն է ֆունկցիոնալ առումով կրիտիկական, որ կառուցվածքն է աջակցում գործողությանը, իսկ որն է խախտում այն: Սա կարևոր է մակրո և միկրոինժեներական տրամաբանության, սոցիալական աֆորդանսների, գործողության ընտրության, տեսարանի ֆունկցիոնալ մեկնաբանության և ընտրության հետագծի վերլուծության հետ կապված առաջադրանքների համար:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Quantum G-ում աֆորդանսները դիտարկվում են ոչ թե որպես շարժողական ճարպկության կամ ֆիզիկական կոորդինացիայի ցուցանիշ, այլ որպես հնարավոր գործողության, օբյեկտի ֆունկցիոնալ դերի և տեսարանի սահմանափակումների ճանաչողական-ընկալողական ընթերցում:

IV. Ընկալողական կազմակերպում, ուշադրություն և թաքնված կառուցվածքի վերհանում

16. Գեշտալտ սկզբունքներ, ընկալողական կազմակերպում և մաս–ամբողջ լրակառուցում

Համապատասխանության կարգավիճակ. ուղղակի օպերացիոնալ հենարան առաջին բլոկի առաջադրանքների համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Այս ուղղությունը ցույց է տալիս, թե ինչպես է ուղեղն ավտոմատ կերպով կազմակերպում մուտքային նյութը. խմբավորում է տարրերը կայուն կոնֆիգուրացիաների մեջ, առանձնացնում է ֆիգուրը ֆոնից, մասերի մեջ տեսնում է ամբողջը, լրակառուցում է ոչ ամբողջական պատերները և նախապատվություն է տալիս մուտքային նյութի ավելի խնայողական ու համահունչ կազմակերպմանը:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս ուղղությունը հաշվի է առնվել մի շարք առաջադրանքների նախագծման ժամանակ, որոնք ուղղված են մուտքային նյութի վաղ կազմակերպման վերլուծությանը. ինչ է երեխան խմբավորում, որտեղ է տեսնում ամբողջը, ինչ անոմալիա է նկատում, ինչ կառուցվածք է պահպանում աղմուկի պայմաններում և որքան կայուն է կարողանում սահմանափակ ժամանակում կայունացնել նյութի կազմակերպումը: Այս տրամաբանության մեջ տվյալ շերտը վերաբերում է բազային մակարդակի առաջադրանքներին:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Այս առաջադրանքներն ինքնին չեն չափում սկզբունքային նորությունը և չեն ապացուցում դոմենային շեղում ունեցող PLN-P-ի առկայությունը:

17. Ամոդալ լրակառուցում և պատերնի լրակառուցում

Համապատասխանության կարգավիճակ. օպերացիոնալ հենարան կառուցվածքի լրակառուցման առաջադրանքների համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Ամոդալ լրակառուցման (amodal completion) հետազոտություններն ուսումնասիրում են, թե ինչպես է տեսողական համակարգը լրակառուցում օբյեկտի թաքնված կամ ծածկված մասերը, թեև դրանք ուղղակիորեն ներկայացված չեն սենսորային մուտքում: Պատերնի լրակառուցման (pattern completion) հասկացությունը նկարագրում է ավելի ընդհանուր մեխանիզմ՝ ամբողջի վերականգնումը մասնակի, ֆրագմենտացված կամ դեգրադացված պատերնի հիման վրա:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Լրակառուցման առաջադրանքներն օգտագործվում են որպես միջոց՝ դիտարկելու ամբողջը վերականգնելու, թաքնված կազմակերպումը պահելու և ֆրագմենտից դեպի ավելի ամբողջական կառուցվածք անցնելու վաղ կարողությունը:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանը. Ամոդալ լրակառուցում և պատերնի լրակառուցում Quantum G-ում չեն մեկնաբանվում որպես երևակայության, ստեղծագործական մտածողության կամ ապագայում նոր բան ստեղծելու կարողության ուղղակի ցուցանիշ: Այդպիսի առաջադրանքների արդյունքը նշանակություն ունի միայն ընդհանուր պրոֆիլի կազմում և չի մեկնաբանվում մեկուսացված:

18. Թաքնված կառուցվածքի վերհանում և վիճակագրական / կառուցվածքային ուսուցում

Համապատասխանության կարգավիճակ. օպերացիոնալ հենարան թաքնված կանոնով (hidden-rule) առաջադրանքների, միկրոհաջորդականությունների և լատենտ կառուցվածքի վերհանման առաջադրանքների համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Վիճակագրական ուսուցումը (statistical learning) ցույց է տալիս, որ նույնիսկ նորածինները կարող են խթանների հոսքից առանձնացնել թաքնված օրինաչափություններ՝ նույնիսկ առանց կանոն որոնելու ուղղակի հրահանգի: Կառուցվածքային ուսուցումը (structural learning) ուսումնասիրում է, թե ինչպես է ուղեղը բացահայտում, կայունացնում և օգտագործում նյութի լատենտ կազմակերպումը՝ կանխատեսման, ընտրության և վարքի ադապտացման համար:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ն առաջադրանքների մի մասը կառուցում է այնպես, որ կանոնը բացահայտորեն չի հաղորդվում. այն պետք է դրսևորվի խթանի կառուցվածքում, կադրերի հաջորդականության, ներկայացման ռիթմի, կրկնվող կախվածությունների կամ խայծերի միջից կատարվող ընտրության մեջ: Սա աջակցում է մշակման թաքնված շերտի գնահատման տրամաբանությանը, այլ ոչ միայն կանոնի գիտակցված որոնմանը:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Թեստում թաքնված կառուցվածքի վերհանումը հավասար չէ սկզբունքային նորության պատրաստի կարողությանը: Սա մշակման ավելի վաղ, ավտոմատ մակարդակ է, որը կարող է աջակցել հետագա ուսուցմանը և զարգացմանը:

19. Ընկալողական ուսուցում, միավորացում և տարբերակում

Համապատասխանության կարգավիճակ. մեթոդաբանական կամուրջ ընկալման մշակման վաղ առանձնահատկությունների և դոմենային

զգայունության, մասնագիտացման ու փորձառության հետագա զարգացման միջև:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Ընկալողական ուսումնառությունը (perceptual learning) ուսումնասիրում է, թե ինչպես է փորձը փոխում ընկալումը. մարդը սկսում է ավելի լավ տարբերակել համապատասխան հատկանիշները, միավորել տարրերը ավելի մեծ իմաստային միավորների մեջ, տարբերակել նմանատիպ խթանները և նկատել նուրբ շեղումներ, որոնք նորեկը բաց է թողնում: Փորձառության մեջ կարևոր է ոչ միայն դեկլարատիվ հիշողությունը կամ կանոնների իմացությունը, այլ նաև հենց ընկալման վերակառուցումը. մասնագետն այլ կերպ է տեսնում կոնֆիգուրացիաները, արատները, երանգները, հարաբերությունները և կառուցվածքային առումով նշանակալի հատկանիշները:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ն չի չափում արդեն ձևավորված փորձառությունը, սակայն օգտագործում է այս ուղղությունը որպես բացատրական կամուրջ մշակման վաղ պրոֆիլի և բարձր դոմենային զգայունության հետագա զարգացման միջև: Եթե երեխան ավելի արագ և կայուն է առանձնացնում նշանակալի տարբերությունները, խմբավորում տարրերը, նկատում անոմալիաները կամ պահպանում կառուցվածքը ադմոլիկ պայմաններում, այդպիսի առանձնահատկությունները կարող են դիտարկվել որպես ապագա ուսուցման և մասնագիտացման հնարավոր նախադրյալներ: Այս ուղղությունը հատկապես կարևոր է նյութական-քիմիական (chemical-material) ռեժիմի, տեխնիկական դատողության (reasoning), տեսողական-տարածական և ինժեներական-կառուցվածքային դոմենների համար:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Վաղ ընկալողական կամ կառուցվածքային բլոկում բարձր արդյունքը չի նշանակում, որ փորձառությունն արդեն ձևավորված է: Այն կարող է մատնանշել միայն հնարավոր նախադրյալներ, որոնք պահանջում են երկարատև ուսուցում, պրակտիկա, համապատասխան միջավայր և զարգացման ընթացքում հետագա ստուգում:

20. Ինսայթ, շրջանակից դուրս գալու կարողություն և ներկայացման փոփոխություն

Համապատասխանության կարգավիճակ. տեսական շերտ՝ նկարագրելու այն մեխանիզմը, որի միջոցով կարող է առաջանալ սկզբունքի մակարդակի նորություն (principle-level novelty):

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Ինսայթի հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ հանկարծակի լուծումը հաճախ առաջանում է ոչ թե արդեն տրված սխեմայի ներսում տարբերակների պարզ փորձարկման միջոցով, այլ հենց խնդրի ներկայացման փոփոխության շնորհիվ. սխալ սահմանափակման վերացում, տարրերի վերախմաստավորում, սովորական իմաստային միավորի բաժանում նոր մասերի կամ անցում լուծման այլ շրջանակի: Այս տրամաբանության մեջ ինսայթը կապված է ոչ միայն ճիշտ պատասխանը գտնելու, այլ նաև այն բանի վերակառուցման հետ, թե ինչպես է խնդիրը ներկայացված լուծողի համար:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս ուղղությունն օգտագործվում է տաղանդը, սովորական կրեատիվությունը և սկզբունքի մակարդակի նորության ներուժը (potential for principle-level novelty) տարբերակելու համար: Մեթոդաբանության մեջ PLN-P-ն կապված է ոչ թե գաղափարների քանակի, լուծման ընդհանուր արագության կամ թեստի պահին պատրաստի ինսայթի ցուցադրման հետ, այլ խնդրի շրջանակի վերակառուցման ավելի վաղ նախադրյալների հետ: Այստեղ ինսայթը դիտարկվում է ոչ թե որպես թեստով չափվող արդյունք, այլ որպես հնարավոր մեխանիզմներից մեկը, որի միջոցով հետագայում կարող է առաջանալ սկզբունքորեն նոր գաղափար. խնդրի ներկայացման փոփոխության, սխալ սահմանափակման վերացման կամ այլ կազմակերպող սկզբունքի անցնելու միջոցով:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Quantum G-ն ուղղակիորեն չի չափում հենց ինսայթը, «Ահա՛» պահը կամ ինսայթի ներդրողի զգացմունքային կորելյատները: Թեստը եզրահանգումներ չի անում կոնկրետ ներդրողին ցանցերի աշխատանքի, արտաքին մուտքի ճնշման կամ լուծման պահին երեխայի ուղեղի ակտիվության մասին: Ինսայթի հետազոտությունները նկարագրում են ավելի բարձր մակարդակի թիրախային մեխանիզմ, մինչդեռ Quantum G-ն գնահատում է ավելի վաղ վարքային և գործընթացային (process-level) նախադրյալներ, որոնք մեթոդաբանության մեջ դիտարկվում են որպես խնդրի ներկայացման փոփոխության (representational change) և սկզբունքորեն

նոր գաղափարի կամ լուծման հասնելու (principle-level novelty) ապագա կարողության հնարավոր բաղադրիչներ:

21. Ուշադրությունը որպես ընտրություն, հատկանիշների կապակցում և կողմնակալ մրցակցություն

Համապատասխանության կարգավիճակ. օպերացիոնալ շրջանակ հատկանիշների խմբավորման, սալիենտ խայծերի, ազդանշանների կոնֆիլկտի, հայացքի ցուցանիշների (gaze indicators) և պատասխանի ժամանակային պատուհանների հետ կապված առաջադրանքների համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Այս ուղղությունը միավորում է այն հետազոտությունները, որոնք վերաբերում են ուշադրության մասնակցությանը հատկանիշների ընտրության և կապակցման գործընթացում: Հատկանիշների ինտեգրման տեսությունը (Feature Integration Theory) ցույց է տվել, որ առանձին հատկանիշները՝ գույնը, ձևը, կողմնորոշումը, դիրքը, կարող են մշակվել առանձին և պետք է կապակցվեն ամբողջական օբյեկտի մեջ: Կապակցման սխալները ցույց են տալիս, որ հատկանիշները առանց ուշադրության մասնակցության միշտ չէ, որ ավտոմատ կերպով պատկանում են «ճիշտ» օբյեկտին: Ուշադրությունը որպես ընտրություն դիտարկող ավելի ժամանակակից մոդելները (attention as selection) և ազդանշանների կողմնակալ մրցակցության մոտեցումը (biased competition) նկարագրում են, թե ինչպես են տեսարանի տարբեր տարրերը մրցակցում մշակման համար, իսկ սալիենտությունը, նպատակը, սպասումը և համատեքստը ուժեղացումը շեղում են որոշ հատկանիշների ուղղությամբ և թուլացնում մյուսները: Տեղեկատվության ակտիվ ընտրության մոտեցումը (active sampling) ավելացնում է, որ ուշադրությունն իրականացվում է ոչ միայն ազդանշանի ներքին ուժեղացման միջոցով, այլ նաև հայացքի, ֆիքսացիաների, սկանավորման և տեսարանի դիտման հաջորդականության միջոցով:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս շրջանակը հաշվի է առնվել այնպիսի առաջադրանքների նախագծման ժամանակ, որտեղ երեխան պետք է ոչ թե պարզապես նկատի առանձին հատկանիշը, այլ ճիշտ հատկանիշները կապակցի ճիշտ կառուցվածքի մեջ և չշեղվի դեպի վառ, մեծ, սովորական կամ մակերեսորեն գրավիչ խայծը: Սա կարևոր է խմբավորման, կառուցվածքային առումով մոտ հակաօրինակի (near-miss), թաքնված կառուցվածքի, ալիքների կոնֆիլկտի, ներկայացման կարգի և այնպիսի պայմանների հետ կապված առաջադրանքների համար, որտեղ ճիշտ պատասխանը չի համընկնում ամենասալիենտ խթանի հետ: Այս

տրամաբանության մեջ վերլուծվում է կոնկրետ թեստային առաջադրանքի ներսում նշանակալի ազդանշանի համատեքստային-սպեցիֆիկ ընտրությունը. ինչն է երեխան ընտրում որպես համապատասխան, որ հատկանիշներն է կապակցում, ինչպես է բաշխում հայացքը, որտեղ է առաջանում առաջին ֆիքսացիան, ինչպես է փոխվում սկանավորման հետագիծը և որքան կայուն է պահվում կառուցվածքային առումով նշանակալի ազդանշանը հատկանիշների մրցակցության պայմաններում:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Quantum G-ն չի չափում ուշադրությունը որպես կլինիկական գործառնություն և եզրահանգումներ չի անում ուշադրության խանգարումների առկայության կամ բացակայության մասին: Այս ուղղությունն օգտագործվում է նկարագրելու համար, թե կոնկրետ առաջադրանքների շրջանակում ինչպես են տեղի ունենում հատկանիշների ընտրությունը, կապակցումը և առաջնահերթացումը: Այս շերտի ցուցանիշները չպետք է մեկնաբանվեն մեկուսացված. դրանք նշանակություն ունեն միայն առաջադրանքի ճարտարապետության, վերջնական պատասխանի, գործընթացային (process-level) տվյալների և նախապես սահմանված արդյունքի մոդելի համադրության մեջ:

22. Իմաստային խմբավորում (chunking), ժամանակային հատվածավորում և հաջորդականության վրա հիմնված դիզայն

Համապատասխանության կարգավիճակ. օպերացիոնալ շրջանակ առաջադրանքների ժամանակային կառուցվածքի, միկրոհաջորդականությունների, խթանների ներկայացման կարգի և պատասխանի սահմանափակ ժամանակային պատուհանների համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Չանքինգի (chunking) և ժամանակային սեգմենտացիայի / իրադարձությունների սեգմենտացիայի (temporal / event segmentation) հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ ուղեղը տեղեկատվության հոսքը չի մշակում որպես առանձին տարրերի անընդհատ և հավասարաչափ հաջորդականություն: Այն խմբավորում է մուտքային նյութը ավելի խոշոր միավորների մեջ, առանձնացնում է իրադարձությունների սահմանները, կապակցում է տարրերը հաջորդականությունների մեջ և օգտագործում է նախորդ համատեքստը՝ հաջորդ ազդանշանի մշակմանը նախապատրաստվելու համար: Այդ պատճառով ներկայացման կարգը, ցուցադրման տևողությունը, դադարները, խթանների միջև անցումները և

նշանակալի հատկանիշի ի հայտ գալու պահը կարող են ազդել պատասխանի ձևավորման վրա:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս ուղղությունը հաշվի է առնվել միկրոհաջորդական առաջադրանքների, ներկայացման և պատասխանի սահմանափակ պատուհանների, խթանների հաջորդականությունների և այնպիսի պայմանների նախագծման ժամանակ, որտեղ մեկ միկրոխթան ստեղծում է հաջորդի մշակման համատեքստը: Սա թույլ է տալիս դիտարկել ոչ միայն ստատիկ գիտելիքը կամ վերջնական ընտրությունը, այլ նաև ժամանակի ընթացքում փոխարկման, կառուցվածքի պահման, սպասման թարմացման և պատասխանի կայունացման դինամիկան: Թեստի մեթոդաբանության մեջ այս շերտը կապված է առաջադրանքների ժամանակային դիզայնի, միկրոհաջորդականությունների, հաջորդական փրայմինգի, պատասխանի պատուհանների ճարտարապետության և այնպիսի իրավիճակների հետ, որտեղ իրադարձությունների կարգը չափման տրամաբանության մաս է կազմում:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Չանքինգը (chunking) և ժամանակային հատվածավորում (temporal segmentation) Quantum G-ում չեն չափվում որպես առանձին ներդրողիկական գործընթացներ կամ արդյունքի ինքնուրույն ցուցանիշներ: Խոսքը դիտարկելի վարքային և գործընթացային (process-level) ցուցանիշների մասին է, որոնք ցույց են տալիս, թե ինչպես է երեխան մշակում հաջորդականությունը, պահում ժամանակային կառուցվածքը և արձագանքում նախապես սահմանված պատասխանի պատուհանի մեջ:

V. Մշակման ռեժիմներ, անհամապատասխանություն և արոֆիլի կայունություն

23. Ավտոմատացվածություն և բաղադրիչային բաժանվող ավտոմատացվածություն

Համապատասխանության կարգավիճակ. մեթոդաբանական հենարան կարճ ժամանակային պատուհանների և արագ ավտոմատ գործընթացների նկարագրության ճշգրիտ լեզվի համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Ավտոմատացվածության (automaticity) ժամանակակից մոդելները ավտոմատացվածությունը դիտարկում են ոչ թե

որպես երկրենե հատկություն, այլ որպես մասամբ անկախ պարամետրերի ամբողջություն՝ արագություն, ջանք, վերահսկելիություն, մտադրայնություն, գիտակցվածություն և նպատակից կախվածություն: Միևնույն գործընթացը կարող է լինել արագ, ցածր ծախսատար և դժվար վերբալիզացվող, սակայն միաժամանակ ամբողջությամբ անգիտակցական կամ ամբողջությամբ անվերահսկելի չլինել:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս շրջանակն օգտագործվում է այն մշակման շերտը ճշգրիտ նկարագրելու համար, որի վրա կողմնորոշված է թեստը: Համակարգը չի հայտարարում խիստ սուբլիմինալ մշակման մասին. երեխան գիտակցաբար ընկալում է հրահանգը և խթանները: Սակայն կառուցվածքի վերհանման, նշանակալի ազդանշանի ընտրության և պատասխանի կայունացման կրիտիկական գործողությունները կարող են ընթանալ արագ, իմպլիցիտ ձևով և սահմանափակորեն հասանելի լինել բացահայտ հաշվետվությանը: Այդ պատճառով թեստի ժամանակային տրամաբանությունը, ներկայացման և պատասխանի կարճ պատուհանները, ինչպես նաև կոնստրուկտի լեզուն հիմնվում են ավտոմատացվածությունը որպես բազմաբաղադրիչ հատկություն հասկանալու վրա, այլ ոչ թե գործընթացի լիակատար չգիտակցվածության պատկերացման վրա:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Ամեն արագ գործողություն չէ, որ կոնստրուկտի համապատասխան ցուցանիշ է. նշանակություն ունի միայն այն պատասխանը, որը առաջանում է հատուկ նախագծված առաջադրանքի, մուտքային տվյալների որակի և նախապես սահմանված արդյունքի մոդելի շրջանակում:

24. Ակտիվ և կանխատեսողական ընկալում / կանխատեսողական մշակում

Համապատասխանության կարգավիճակ. Երկրորդային մեկնաբանական շրջանակ:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Կանխատեսողական մշակումը (predictive processing) ընկալումը նկարագրում է որպես կանխատեսումների ձևավորման և մուտքային ազդանշանի հետ անհամապատասխանության դեպքում ներքին մոդելի թարմացման ակտիվ գործընթաց: Ավելի լայն տարբերակներում այս շրջանակը կապում է ընկալումը, գործողությունը, ուշադրությունը և ուսուցումը:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում կանխատեսողական լեզուն օգտագործվում է որպես կատարման ընթացքի շերտի առանձին ասպեկտների նկարագրման միջոց: Այս շրջանակն օգնում է նկարագրել թաքնված կառուցվածքը, (գերերթե հանրնկնող) խթանները, անհամապատասխանությունը, կանխատեսման սխալը, անորոշությունը (uncertainty), հատկանիշների վերակշռումը (cue weighting), առաջադրանքի աշխատանքային սխեմայի թարմացումը և մուտքային նյութի ակտիվ հետազոտումը (active sensing): Այն հատկապես օգտակար է այն առաջադրանքների համար, որտեղ երեխան բախվում է ոչ ամբողջական, երկիմաստ կամ կոնֆլիկտային մուտքային տվյալների և պետք է վերակառուցի մշակման եղանակը:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Quantum G-ն գնահատման միավորային հաշվարկ չի իրականացնում որպես կանխատեսողական կոդավորման (predictive coding), ակտիվ եզրահանգման (active inference) կամ ազատ էներգիայի սկզբունքի (free-energy principle) ֆորմալ սահմանված մոդել. համակարգում մաթեմատիկորեն սահմանված չեն ապրիորային սպասումները (priors), կանխատեսման սխալները (prediction errors), ճշգրտության կշիռները (precision weights) կամ վարիացիոն ազատ էներգիան (variational free energy): Կանխատեսողական շրջանակն օգտագործվում է որպես լրացուցիչ մեկնաբանական բառապաշար, այլ ոչ թե որպես թեստի միակ տեսություն:

25. Անհամապատասխանության և կառուցվածքային շեղման հայտնաբերում

Համապատասխանության կարգավիճակ. օպերացիոնալ հենարան կառուցվածքային առումով մոտ սխալ տարբերակներով (near-miss), անոմալիաներով (anomaly) և կառուցվածքային խախտումներով (structural violation) առաջադրանքների համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Այս ուղղությունը միավորում է այն հետազոտությունները, որոնք ուսումնասիրում են, թե ինչպես է մարդը հայտնաբերում սպասվող կամ արդեն բացահայտված կառուցվածքից շեղումները՝ օրինաչափության խախտումը, անոմալիան, կառուցվածքային առումով մոտ սխալ տարբերակը (near-miss), հատկանիշների կոնֆլիկտը կամ մակերեսային նմանության և ներքին կանոնի միջև անհամապատասխանությունը:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս ուղղությունը հաշվի է առնվել կառուցվածքային առումով մոտ հակաօրինակներով և անոմալիաներով առաջադրանքների (near-miss and anomaly tasks) նախագծման ժամանակ. այնպիսի տարբերակների, որոնք արտաքինից գրեթե համընկնում են ճիշտ պատերնի հետ, բայց խախտում են դրա թաքնված սկզբունքը: Այդպիսի առաջադրանքներում նշանակալի է ոչ թե վառ, նոր կամ անսովոր ազդակին արձագանքելու փաստը, այլ կառուցվածքային խախտումը ճանաչելու կարողությունը՝ օրինաչափությունից շեղումը, խմբավորման տրամաբանության խախտումը, ինվարիանտի փոփոխությունը կամ մակերեսային նմանության և ներքին կանոնի միջև կոնֆլիկտը: Թեստի մեթոդաբանության մեջ այս շերտը կապված է անհամապատասխանության նկատմամբ զգայունության, անոմալիաների հայտնաբերման և այնպիսի պայմանների հետ, որոնք կարող են գործարկել առաջադրանքի աշխատանքային սխեմայի վերանայումը:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Quantum G-ն չի գրանցում անհամապատասխանության ներթոփոցիոլոգիական մարկերներ և այս առաջադրանքների մեկնաբանման համար չի պահանջում EEG, ERP, fMRI կամ ուղեղային ակտիվության ուղղակի չափման այլ մեթոդներ: Թեստի շրջանակում խոսքը վարքային և գործընթացային (process-level) դրսևորումների մասին է, որոնք ցույց են տալիս, թե ինչպես է երեխան աշխատում կառուցվածքի խախտման հետ: Quantum G-ի մեթոդաբանության մեջ մոտ սխալ տարբերակը հասկացվում է որպես կառուցվածքային առումով (structural near-miss), որը նման է ճիշտ պատերնին, բայց խախտում է դրա կազմակերպող սկզբունքը: Խոսքը ոչ թե «գրեթե ստացվեց» մոտիվացիոն կամ պարգևատրման էֆեկտի (reward effect) մասին է:

26. Ցիրկադային և վիճակային փոփոխականություն

Համապատասխանության կարգավիճակ. մեթոդաբանական համատեքստ եռասեսիոն դիզայնի, թեստն անցնելու պայմանների վերահսկման և պրոֆիլի կայունության վերլուծության համար:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Այս ուղղությունը միավորում է այն հետազոտությունները, որոնք ցույց են տալիս, որ ճանաչողական առաջադրանքների կատարումը կարող է կախված լինել ոչ միայն կայուն անհատական առանձնահատկություններից, այլ նաև երեխայի տվյալ պահի վիճակից՝ արթնության մակարդակից, հոգնածությունից, գերծանրաբեռնվածությունից, օրվա ժամից, սթրեսից, մոտիվացիայից և

թեստն անցնելու պայմաններից: Նույն երեխան կարող է ցուցադրել տարբեր արագություն, ուշադրության կայունություն, նյութի ուսումնասիրությանը պատրաստակամություն և պատասխանի ճշգրտություն՝ կախված այն բանից, թե երբ և ինչ վիճակում է նա անցնում առաջադրանքը:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս շրջանակը հաշվի է առնվել առաջին հերթին եռասեսին դիզայնի նախագծման ժամանակ: Այդպիսի դիզայնի նպատակն է նվազեցնել այն ռիսկը, որ վերջնական պրոֆիլը չափազանց մեծ չափով կախված կլինի երեխայի պատահական վիճակից մեկ կոնկրետ սեսիայի ընթացքում՝ հոգնածությունից, օրվա ոչ բարենպաստ ժամից, ուշադրության ժամանակավոր նվազումից, գերծանրաբեռնվածությունից կամ թեստն անցնելու արտաքին պայմաններից: Այդ պատճառով երեխայի վիճակը դիտարկվում է որպես գործոն, որը անհրաժեշտ է հաշվի առնել ընթացակարգի կազմակերպման, տվյալների որակի վերահսկման և սեսիաների միջև պրոֆիլի կայունության վերլուծության ժամանակ:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Quantum G-ն ուղղակիորեն չի չափում երեխայի ֆիզիոլոգիական վիճակը: Եռասեսին դիզայնն օգտագործվում է ոչ թե ցիրկադային ռիթմերը գնահատելու, այլ վիճակի ժամանակավոր փոփոխականության ազդեցությունը վերջնական պրոֆիլի վրա նվազեցնելու համար:

VI. Quantum G-ի դոմենային ճարտարապետությունը. Էվոլյուցիոն և ճանաչողական հիմքեր

27. Էվոլյուցիոն շրջանակներ

Համապատասխանության կարգավիճակ. լայն էվոլյուցիոն և մշակութային-էվոլյուցիոն համատեքստային ֆոն՝ Quantum G-ի դոմենային մոդելի տրամաբանությունը բացատրելու համար. ոչ թե գնահատման միավորային հաշվարկի շերտ և ոչ էլ անհատական արդյունքի ինքնությունն ապացույց:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Այս բոկը միավորում է մի քանի էվոլյուցիոն և մշակութային-էվոլյուցիոն ուղղություններ՝ նիշայի կառուցման (niche construction) և միջավայրի վերափոխման մոտեցումները, գործիքային գործունեության, սննդի, կերակրի պատրաստման և ռեսուրսների հայթայթման հետազոտությունները, սոցիալական ուղեղի հիպոթեզը (social

brain hypothesis), լեզվի էվոլյուցիան (language evolution), մշակութային էվոլյուցիան (cultural evolution), կուտակային մշակույթը (cumulative culture) և համատեղ մտադրայնությունը (shared intentionality):

Ընդհանուր առմամբ, այս մոտեցումները ցույց են տալիս, որ մարդկային ճանաչողությունը ձևավորվել է գործողության և ադապտացիայի կայուն խնդիրների շուրջ՝ միջավայրում կողմնորոշվելու, քանակի և տարածության հետ աշխատելու, շարժումն ու պատճառականությունը կանխատեսելու, նյութն ու ռեսուրսները մշակելու, գործիքներ և կառուցվածքներ ստեղծելու, սոցիալական կոորդինացիայի, հաղորդակցության և գործողության կուտակված եղանակների փոխանցման շուրջ:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս շրջանակն օգտագործվել է դոմենային ճարտարապետության ընդհանուր տրամաբանության համար. թեստի գոտիները դիտարկվում են որպես կայուն դասերի առաջադրանքների հետ աշխատանքի տարբեր եղանակներ: Այդ պատճառով մաթեմատիկական, ֆիզիկա-դինամիկ, նյութական-քիմիական, միկրոինժեներական, մակրոինժեներական և սոցիալ-հաղորդակցական դոմենները նկարագրվում են որպես նյութի, գործողության, միջավայրի և սոցիալական կոորդինացիայի մշակման ռեժիմներ:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Դոմենային ճարտարապետության էվոլյուցիոն հավանականությունը չի ապացուցում անհատական արդյունքի ճշգրտությունը և չի փոխարինում թեստի էմպիրիկ վավերացմանը:

28. Դոմենային ռեժիմների ճանաչողական հիմքեր

Հիմնական հետազոտական ուղղություններ. վաղ մաթեմատիկական ճանաչողություն և թվային ներկայացումների զարգացում, տարածական և երկրաչափական մտածողություն, ինտուիտիվ ֆիզիկա և պատճառա-դինամիկ դատողություն, նյութի, նյութական միջավայրի և օբյեկտների թաքնված հատկությունների ընկալում, տեխնիկական և մեխանիկական դատողություն, տարածական-համակարգային և տեսարանային մտածողություն, սոցիալական ճանաչողություն, պրագմատիկ հաղորդակցություն, վաղ լեզվահաղորդակցական նախադրյալներ, սոցիալական ուսուցում և նորմերի փոխանցում:

Համապատասխանության կարգավիճակ. դոմենային համատեքստային ֆոն՝ Quantum G-ի գոտիների կառուցման համար. ոչ թե գնահատման միավորային հաշվարկի ինքնություն մոդել և ոչ էլ յուրաքանչյուր դոմենի սպառիչ նկարագրություն:

Ի՞նչ է ուսումնասիրում. Այս բոլոր միավորում է հետազոտական ուղղություններ, որոնք ունեն համոզիչ հենարան ճանաչողական գիտության, զարգացման գիտության (developmental science), ընկալման, գործողության, սոցիալական ճանաչողության և վաղ դոմենային կարողությունների հետազոտություններում: Դրանք թվում են թվի և մեծության, տարածական և երկրաչափական մտածողության, ինտուիտիվ ֆիզիկայի, նյութի և նյութական միջավայրի ընկալման, տեխնիկական դատողության, տարածական-կառուցվածքային մտածողության, սոցիալական ճանաչողության և պրագմատիկ հաղորդակցության հետազոտությունները:

Ընդհանուր առմամբ, այս մոտեցումները ցույց են տալիս, որ նյութի և առաջադրանքների տարբեր տեսակներ կարող են պահանջել մշակման տարբեր ռեժիմներ՝ քանակի, կարգի, ինվարիանտի, շարժման, պատճառականության, նյութի, փոխակերպման, գործիքի, կառուցվածքի, տեսարանի, գործողության, սոցիալական դերերի, մտադրությունների, նորմերի և մարդկանց միջև իմաստի փոխանցման հետ կապված: Այս ուղղություններից մի քանիսի համար կան նաև էմպիրիկ տվյալներ վաղ ցուցանիշների և դոմենային հմտությունների, սովորելու ունակության կամ մասնագիտացման հետագա զարգացման միջև կապի վերաբերյալ:

Ինչպե՞ս է դա հաշվի առնվել Quantum G-ում. Quantum G-ում այս հետազոտական ուղղությունները հաշվի են առնվել թեստի դոմենային ճարտարապետության կառուցման ժամանակ: Դրանք օգնել են գոտիները նկարագրել որպես նյութի հետ աշխատանքի տարբեր ռեժիմներ՝ թվային, տարածական, ֆիզիկա-դինամիկ, նյութական-քիմիական, տեխնիկական, ինժեներական-կառուցվածքային և սոցիալ-հաղորդակցական:

Միևնույն ժամանակ, այս մոտեցումներից և ոչ մեկը համապատասխան գոտու միակ բացատրությունը չէ: Մաթեմատիկական գոտին չի հանգեցվում միայն թվի մոտավոր զգացողությանը (approximate number sense), ֆիզիկա-դինամիկ գոտին՝ միայն ինտուիտիվ ֆիզիկային (intuitive physics), նյութական-քիմիական գոտին՝ միայն նյութի ընկալմանը (material perception), ինժեներական գոտիները՝ միայն տեխնիկական դատողությանը (technical reasoning), իսկ հաղորդակցական գոտին՝ միայն սոցիալական ճանաչողությանը (social cognition) կամ լեզվի էվոլյուցիային (language evolution): Այս հետազոտական

ուղղությունները օգտագործվել են որպես զուգամիտ գիտական հիմքեր (converging evidence)՝ Quantum G-ի դոմենները նյութի, գործողության, կառուցվածքի և սոցիալական կոորդինացիայի մշակման տեսակների շուրջ կառուցելու համար, սակայն դրանք չեն փոխարինում Quantum G-ի արդյունքի սեփական մոդելին:

Թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները. Դոմենային

ճարտարապետության համար հետազոտական հենարանի առկայությունը չի ապացուցում Quantum G-ի անհատական արդյունքը և չի փոխարինում թեստի էմպիրիկ վավերացմանը: Կոնկրետ երեխայի պրոֆիլը պետք է հիմնավորվի հենց թեստի տվյալներով և հետագայում ստուգվի անկախ տվյալների հիման վրա՝ ներառյալ զարգացման դիտարկելի հետազոտությունները, կրթական տվյալները, փորձագիտական գնահատականները և համապատասխան դոմեններում հետագա ձեռքբերումները:

Հավելված A. Մոտեցումների ամփոփ քարտեզ

Ստորև ներկայացված աղյուսակը ծառայում է որպես արագ ուղեցույց այն գիտական մոտեցումների, տեսությունների և հետազոտական ուղղությունների համար, որոնք հաշվի են առնվել Quantum G թեստի մշակման ընթացքում:

Բաժին / Մոտեցում	Ներդրման տեսակ	Հիմնական հեղինակներ և հետազոտություններ	Դերը Quantum G-ի մեթոդաբանության մեջ
I. Կոնստրուկտ, վերլուծության տրամաբանություն և թույլատրելի եզրահանգումների սահմաններ Գնահատման տեսություն և հոգեմետրիկ շրջանակ	Մեթոդաբանական շրջանակ	Messick, Kane, AERA/APA/NCME Standards, Cronbach	Զևավորում է վավերության տրամաբանությունը, նախատեսված կիրառությունը (intended use), թույլատրելի եզրահանգումների սահմանները և արդյունքի ապացուցողական բազային ներկայացվող պահանջները:
I. Կոնստրուկտ, վերլուծության տրամաբանություն և թույլատրելի եզրահանգումների սահմաններ Գործընթացի վրա հիմնված գնահատում և պատասխանի գործընթացի ապացույցներ	Մեթոդաբանական և օպերացիոնալ շրջանակ	Embretson, Mislevy, Pellegrino, Leighton & Gierl	Հիմնավորում է առաջադրանքի կատարման ընթացքի տվյալների օգտագործումը որպես լրացուցիչ տեղեկատվության աղբյուր առաջադրանքի լուծման եղանակի մասին, այլ ոչ միայն վերջնական պատասխանի մասին:
II. Վաղ ճանաչողական համակարգեր, ներդրողագույն և անհատական տարբերություններ Core Knowledge and Developmental-Cognitive Foundations	Դոմենային շրջանակ՝ զարգացման վաղ նախադրյալները հասկանալու համար (developmental foundation)	Spelke, Carey, Baillargeon, Wynn, Gelman	Օգտագործվում է որպես հիմք այնպիսի առաջադրանքների նախագծման համար, որոնք հենվում են օբյեկտների, քանակի, տարածության, պատճառականության և գործակալայնության ներկայացման վաղ համակարգերի վրա:

Բաժին / Մոտեցում	Ներդրման տեսակ	Հիմնական հեղինակներ և հետազոտություններ	Դերը Quantum G-ի մեթոդաբանության մեջ
II. Վաղ ճանաչողական համակարգեր, ներդարացում և անհատական տարբերություններ Developmental Predictors and Early Antecedents	Էմպիրիկ նախադեպ	Moffitt, Caspi, Bornstein, Rose, Colombo	Աջակցում է վաղ ճանաչողական նախադրյալների որոնման գաղափարին, որոնք կարող են պոտենցիալ կերպով կապված լինել զարգացման հետագա հետազոտների հետ:
II. Վաղ ճանաչողական համակարգեր, ներդարացում և անհատական տարբերություններ Neural Reuse, Neuronal Recycling and Mixed Selectivity	Ներդրմանաչողական հիմքեր	Anderson, Dehaene, Rigotti, Fusi	Օգտագործվում է որպես տեսական բացատրություն այն բանի, թե ինչու բարդ դրոշմային կարողությունները կարող են կառուցվել ավելի ընդհանուր հաշվարկային մեխանիզմների վերօգտագործման վրա:
II. Վաղ ճանաչողական համակարգեր, ներդարացում և անհատական տարբերություններ Developmental Neurobiology	Ներդարացման համատեքստ	Johnson, Knudsen, Hensch, Stiles	Աջակցում է առաջադրանքների տարիքային ադապտացմանը, պլաստիկության հաշվառմանը և զարգացման վաղ փուլերում արդյունքների մեկնաբանման սահմանափակումների հաշվի առնելուն:
III. Մենտորային կոդավորում, ընկալողական մշակում և տարածական-գործողության կազմակերպում Computational and Bayesian Theories of Visual Perception	Տեսողական դիզայնի գիտական համատեքստ	Marr, Knill, Kersten, Yuille, Friston	Աջակցում է այն առաջադրանքներին, որտեղ երեխան ոչ թե պարզապես ճանաչում է խթանը, այլ ակտիվորեն լրակառուցում է կառուցվածքը, առանձնացնում նյութի հավանական կազմակերպումը և աշխատում ոչ ամբողջական, երկիմաստ կամ կոնֆլիկտային մուտքային տվյալների հետ:
III. Մենտորային կոդավորում, ընկալողական մշակում և տարածական-գործողության կազմակերպում Psychophysics and Signal Detection Theory	Ուղղակի գործառնական հենարան	Fechner, Stevens, Green & Swets, Macmillan & Creelman	Օգտագործվում է խթանների բարդության, ազդանշանների տարբերակելիության, ադմուլի մակարդակի և համապատասխան հատկանիշների նկատմամբ զգայունության վերլուծության վերահսկման համար:
III. Մենտորային կոդավորում, ընկալողական մշակում և տարածական-գործողության կազմակերպում Gabor-Like Patterns, Orientation and Spatial-Frequency Processing	Գործառնական ներդրողական շրջանակ	Hubel & Wiesel, Daugman, Field	Աջակցում է տեղային կառուցվածքի, կողմնորոշման, տարածական հաճախականության և թույլ տեսողական օրինաչափությունների վերհանման առաջադրանքներին:
III. Մենտորային կոդավորում, ընկալողական մշակում և տարածական-գործողության կազմակերպում Color Vision, Cone-Opponent Coding and Context-Sensitive Color Perception	Գործառնական հենարան	Young, Helmholtz, Land, Gegenfurtner	Օգտագործվում է այնպիսի առաջադրանքների նախագծման ժամանակ, որտեղ գույնը հանդես է գալիս որպես կառուցվածքային հատկանիշ, խմբավորման աղբյուր, համատեքստային ազդանշան կամ խաչ:
III. Մենտորային կոդավորում, ընկալողական մշակում և տարածական-գործողության կազմակերպում Material Perception and Texture Statistics	Գործառնական հենարան նյութական-քիմիական շերտի համար	Gibson, Adelson, Fleming, Motoyoshi	Աջակցում է նյութի, մակերևույթի վիճակի, թաքնված ֆիզիկական հատկությունների և նյութական անոմալիաների ճանաչման առաջադրանքներին:

Բաժին / Մոտեցում	Ներդրման տեսակ	Հիմնական հեղինակներ և հետազոտություններ	Դերը Quantum G-ի մեթոդաբանության մեջ
III. Սենսորային կոդավորում, ընկալողական մշակում և տարածական-գործողության կազմակերպում Auditory Processing, Harmony, Rhythm and Prosody	Գործառնական հենարան	Bregman, Patel, Trainor, Goswami	Օգտագործվում է յիթմի, սեզմենտացիայի հետ կապված աուդիալ և մուլտիմոդալ առաջադրանքների նախագծման ժամանակ:
III. Սենսորային կոդավորում, ընկալողական մշակում և տարածական-գործողության կազմակերպում Motion, 3D Structure and Spatial-for-Action Processing	Գործառնական և դոմենային հենարան	Gibson, Goodale & Milner, Warren, Cutting	Աջակցում է հետազոտողի, կայունության, տարածական հարաբերությունների, շարժման, հավաքման և տարածական կոնֆիգուրացիայի ապագա վիճակի վերլուծության առաջադրանքներին:
III. Սենսորային կոդավորում, ընկալողական մշակում և տարածական-գործողության կազմակերպում Internal Models and Forward Simulation	Նախագծային և տեսական շրջանակ	Shepard, Kosslyn, Wolpert, Battaglia, Hegarty	Օգտագործվում է այնպիսի առաջադրանքներում, որոնք պահանջում են համակարգի փոփոխությունների կանխատեսում, կառուցվածքի լրակառուցում, կայունության գնահատում և օբյեկտի կամ տեսարանի հնարավոր վիճակի մոդելավորում:
III. Սենսորային կոդավորում, ընկալողական մշակում և տարածական-գործողության կազմակերպում Affordance Theory and Functional Action	Գործառնական և դոմենային հենարան	Gibson, Norman, Cisek, Tucker & Ellis	Աջակցում է այն առաջադրանքներին, որտեղ անհրաժեշտ է որոշել օբյեկտի ֆունկցիոնալ դերը, հնարավոր գործողությունը, համակարգի կրիտիկական տարրը կամ տեսարանի սահմանափակումը:
IV. Ընկալողական կազմակերպում, ուշադրություն և թաքնված կառուցվածքի վերհանում Gestalt Principles, Perceptual Organization and Part-Whole Completion	Ուղղակի գործառնական հենարան	Wertheimer, Köhler, Koffka, Palmer	Օգտագործվում է խմբավորման, ամբողջի կազմակերպման, ֆիգուր-ֆոն հարաբերության և պատերների կառուցվածքային լրակառուցման առաջադրանքների նախագծման ժամանակ:
IV. Ընկալողական կազմակերպում, ուշադրություն և թաքնված կառուցվածքի վերհանում Amodal Completion and Pattern Completion	Ուղղակի գործառնական հենարան	Kanizsa, Kellman, Shipley	Աջակցում է այն առաջադրանքներին, որտեղ անհրաժեշտ է վերականգնել թաքնված, ծածկված կամ մասամբ բացակայող կառուցվածքը:
IV. Ընկալողական կազմակերպում, ուշադրություն և թաքնված կառուցվածքի վերհանում Hidden Structure Extraction and Statistical / Structural Learning	Ուղղակի գործառնական հենարան	Saffran, Aslin, Newport, Fiser, Turk-Browne	Օգտագործվում է թաքնված կանոնով առաջադրանքների և այնպիսի խնդիրների համար, որտեղ կանոնը պետք է վերհանվի խթանների կառուցվածքից՝ առանց ուղղակի հրահանգի:
IV. Ընկալողական կազմակերպում, ուշադրություն և թաքնված կառուցվածքի վերհանում Perceptual Learning, Unitization and Differentiation	Մեթոդաբանական կամուրջ	Gibson, Goldstone, Kellman	Աջակցում է կառուցվածքային տարբերությունների և նյութի թաքնված հատկանիշների նկատմամբ զգայունության աստիճանական ձևավորման մասին պատկերացմանը:
IV. Ընկալողական կազմակերպում, ուշադրություն և թաքնված կառուցվածքի վերհանում Insight, Frame Release and Representational Change	Լրացուցիչ տեսական համատեքստ	Duncker, Ohlsson, Knoblich, Schooler	Օգտագործվում է որպես տեսական համատեքստ՝ առաջադրանքի ներկայացման փոփոխությունը հասկանալու համար:

Բաժին / Մոտեցում	Ներդրման տեսակ	Հիմնական հեղինակներ և հետազոտություններ	Դերը Quantum G-ի մեթոդաբանության մեջ
IV. Ընկալողական կազմակերպում, ուշադրություն և թաքնված կառուցվածքի վերհանում Attention as Selection, Feature Binding and Biased Competition	Գործառնական շրջանակ	Treisman, Desimone, Duncan, Kastner	Աջակցում է այն առաջադրանքներին, որտեղ անհրաժեշտ է առանձնացնել ռելևանտ հատկանիշները, ճնշել մրցակցող ազդանշանները և պահել առաջադրանքի կառուցվածքը:
IV. Ընկալողական կազմակերպում, ուշադրություն և թաքնված կառուցվածքի վերհանում Chunking, Temporal Segmentation and Sequence-Based Design	Գործառնական շրջանակ	Miller, Gobet, Simon, Zacks	Օգտագործվում է միկրոհաջորդականություններ ի, ներկայացման ժամանակային կառուցվածքի և իրադարձությունների միջև թաքնված կախվածությունների նախագծման ժամանակ:
V. Մշակման ռեժիմներ, ռեսուրսներ և ճանաչողական համակարգի վիճակ Automaticity and Decompositional Automaticity	Մեթոդաբանական հենարան	Schneider & Shiffrin, Logan, Moors	Տրամադրում է մշակման արագ, ցածր ռեսուրսատար և մասնակիորեն ավտոմատացված բաղադրիչների նկարագրության լեզու, որոնք օգտագործվում են Quantum G-ի մի շարք առաջադրանքներում:
V. Մշակման ռեժիմներ, ռեսուրսներ և ճանաչողական համակարգի վիճակ Active and Predictive Perception / Predictive Processing	Երկրորդային մեկնաբանման շրջանակ	Helmholtz, Rao & Ballard, Friston, Clark	Օգտագործվում է որպես կանխատեսման, անորոշության, հիպոթեզների թարմացման և անհամապատասխանության հետ աշխատանքի նկարագրության ընդհանուր լեզու:
V. Մշակման ռեժիմներ, ռեսուրսներ և ճանաչողական համակարգի վիճակ Mismatch and Structural Anomaly Detection	Գործառնական հենարան	Näätänen, Winkler, Chao, Summerfield	Աջակցում է կառուցվածքային խախտումների, կառուցվածքային առումով մոտ հակաօրինակների (near-miss variants), հատկանիշների կոնֆլիկտների և թաքնված անոմալիաների հայտնաբերման առաջադրանքներին:
V. Մշակման ռեժիմներ, ռեսուրսներ և ճանաչողական համակարգի վիճակ Circadian and State-Dependent Variability	Ընթացակարգի մեթոդաբանական համատեքստ	Schmidt, Monk, Carskadon, Dahl	Օգտագործվում է թեստավորման արդյունքների վրա երեխայի վիճակի, օրվա ժամի, հոգնածության և իրավիճակային փոփոխականության ազդեցությունը վերահսկելու համար:
VI. Quantum G-ի դոմենային ճարտարապետությունը. Էվոլյուցիոն և ճանաչողական հիմքեր Էվոլյուցիոն շրջանակներ	Էվոլյուցիոն և մշակութային Էվոլյուցիայի background	Tooby & Cosmides, Boyd & Richerson, Henrich, Tomasello	Օգտագործվում են դոմենային ճարտարապետության ձևավորման ժամանակ՝ որպես խնդիրների կայուն դասերի համակարգ, որոնց մարդը բախվել է Էվոլյուցիայի և մշակութային զարգացման ընթացքում:
VI. Quantum G-ի դոմենային ճարտարապետությունը. Էվոլյուցիոն և ճանաչողական հիմքեր Դոմենային ռեժիմների ճանաչողական հիմքեր	Դոմենային background և գուգամիտ գիտական հիմնավորումներ	Dehaene, Carey, Spelke, Baillargeon, Gelman, Tomasello	Միավորում են թվի, տարածության, ֆիզիկայի, նյութի, տեխնիկական դատողության, սոցիալական ճանաչողության և հաղորդակցության վերաբերյալ տվյալները՝ որպես Quantum G-ի դոմենային կառուցվածքի հիմք:

Հավելված B. Ընտրված աղբյուրներ ըստ բլոկների

I. Assessment, psychometrics and response-process evidence

American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council on Measurement in Education. (2014). Standards for educational and psychological testing. American Educational Research Association.

Embretson, S. E. (1983). Construct validity: Construct representation versus nomothetic span. *Psychological Bulletin*, 93(1), 179–197.

Kane, M. T. (2013). Validating the interpretations and uses of test scores. *Journal of Educational Measurement*, 50(1), 1–73.

Leighton, J. P., & Gierl, M. J. (Eds.). (2007). *Cognitive diagnostic assessment for education: Theory and applications*. Cambridge University Press.

Messick, S. (1995). Validity of psychological assessment: Validation of inferences from persons' responses and performances as scientific inquiry into score meaning. *American Psychologist*, 50(9), 741–749.

Mislevy, R. J., Steinberg, L. S., & Almond, R. G. (2003). On the structure of educational assessments. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 1(1), 3–62.

National Research Council. (2001). *Knowing what students know: The science and design of educational assessment* (J. W. Pellegrino, N. Chudowsky, & R. Glaser, Eds.). National Academy Press.

II. Core knowledge, developmental foundations and early predictors

Baillargeon, R. (2004). Infants' physical world. *Current Directions in Psychological Science*, 13(3), 89–94.

Carey, S. (2009). *The origin of concepts*. Oxford University Press.

Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. S. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(7), 307–314.

Spelke, E. S., & Kinzler, K. D. (2007). Core knowledge. *Developmental Science*, 10(1), 89–96.

Starr, A., Libertus, M. E., & Brannon, E. M. (2013). Number sense in infancy predicts mathematical abilities in childhood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(45), 18116–18120.

Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 358, 749–750.

III. Neural reuse, neuronal recycling and developmental neurobiology

Anderson, M. L. (2010). Neural reuse: A fundamental organizational principle of the brain. *Behavioral and Brain Sciences*, 33(4), 245–266.

- Dehaene, S., & Cohen, L. (2007). Cultural recycling of cortical maps. *Neuron*, 56(2), 384–398.
- Fusi, S., Miller, E. K., & Rigotti, M. (2016). Why neurons mix: High dimensionality for higher cognition. *Current Opinion in Neurobiology*, 37, 66–74.
- Hensch, T. K. (2005). Critical period plasticity in local cortical circuits. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 877–888.
- Johnson, M. H. (2001). Functional brain development in humans. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 475–483.
- Knudsen, E. I. (2004). Sensitive periods in the development of the brain and behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(8), 1412–1425.
- Rigotti, M., Barak, O., Warden, M. R., Wang, X.-J., Daw, N. D., Miller, E. K., & Fusi, S. (2013). The importance of mixed selectivity in complex cognitive tasks. *Nature*, 497, 585–590.
- Stiles, J., & Jernigan, T. L. (2010). The basics of brain development. *Neuropsychology Review*, 20, 327–348.

IV. Active perception, computational vision and Bayesian perception

- Helmholtz, H. von. (1925). *Treatise on physiological optics* (J. P. C. Southall, Trans.). Optical Society of America. (Original work published 1867)
- Kersten, D., Mamassian, P., & Yuille, A. (2004). Object perception as Bayesian inference. *Annual Review of Psychology*, 55, 271–304.
- Knill, D. C., & Richards, W. (Eds.). (1996). *Perception as Bayesian inference*. Cambridge University Press.
- Marr, D. (1982). *Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information*. W. H. Freeman.

V. Psychophysics, signal detection and low-level visual coding

- Daugman, J. G. (1985). Uncertainty relation for resolution in space, spatial frequency, and orientation optimized by two-dimensional visual cortical filters. *Journal of the Optical Society of America A*, 2(7), 1160–1169.
- Fechner, G. T. (1860). *Elemente der Psychophysik*. Breitkopf und Härtel.
- Field, D. J. (1987). Relations between the statistics of natural images and the response properties of cortical cells. *Journal of the Optical Society of America A*, 4(12), 2379–2394.
- Green, D. M., & Swets, J. A. (1966). *Signal detection theory and psychophysics*. Wiley.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1962). Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. *The Journal of Physiology*, 160(1), 106–154.
- Jones, J. P., & Palmer, L. A. (1987). An evaluation of the two-dimensional Gabor filter model of simple receptive fields in cat striate cortex. *Journal of Neurophysiology*, 58(6), 1233–1258.

Macmillan, N. A., & Creelman, C. D. (2005). *Detection theory: A user's guide* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Stevens, S. S. (1957). On the psychophysical law. *Psychological Review*, 64(3), 153–181.

VI. Color, material perception and texture statistics

Adelson, E. H. (2001). On seeing stuff: The perception of materials by humans and machines. *Proceedings of SPIE*, 4299, 1–12.

Anderson, B. L. (2011). Visual perception of materials and surfaces. *Current Biology*, 21(24), R978–R983.

Fleming, R. W. (2014). Visual perception of materials and their properties. *Vision Research*, 94, 62–75.

Gegenfurtner, K. R., & Kiper, D. C. (2003). Color vision. *Annual Review of Neuroscience*, 26, 181–206.

Land, E. H. (1977). The retinex theory of color vision. *Scientific American*, 237(6), 108–128.

Motoyoshi, I., Nishida, S., Sharan, L., & Adelson, E. H. (2007). Image statistics and the perception of surface qualities. *Nature*, 447, 206–209.

VII. Auditory processing, rhythm and prosody

Bregman, A. S. (1990). *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*. MIT Press.

Goswami, U. (2011). A temporal sampling framework for developmental dyslexia. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(1), 3–10.

Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: Cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 831–843.

Patel, A. D. (2008). *Music, language, and the brain*. Oxford University Press.

Peretz, I., & Zatorre, R. J. (2005). Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology*, 56, 89–114.

VIII. Motion, affordances, internal models and forward simulation

Battaglia, P. W., Hamrick, J. B., & Tenenbaum, J. B. (2013). Simulation as an engine of physical scene understanding. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(45), 18327–18332.

Cisek, P. (2007). Cortical mechanisms of action selection: The affordance competition hypothesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1485), 1585–1599.

Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Houghton Mifflin.

Goodale, M. A., & Milner, A. D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 15(1), 20–25.

Hegarty, M. (2004). Mechanical reasoning by mental simulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(6), 280–285.

Kosslyn, S. M., Ganis, G., & Thompson, W. L. (2001). Neural foundations of imagery. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 635–642.

Norman, D. A. (1988). *The design of everyday things*. Basic Books.

Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171(3972), 701–703.

Tucker, M., & Ellis, R. (1998). On the relations between seen objects and components of potential actions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(3), 830–846.

Wolpert, D. M., Ghahramani, Z., & Jordan, M. I. (1995). An internal model for sensorimotor integration. *Science*, 269(5232), 1880–1882.

IX. Perceptual organization, completion and structural learning

Fiser, J., & Aslin, R. N. (2001). Unsupervised statistical learning of higher-order spatial structures from visual scenes. *Psychological Science*, 12(6), 499–504.

Kanizsa, G. (1979). *Organization in vision: Essays on Gestalt perception*. Praeger.

Kellman, P. J., & Shipley, T. F. (1991). A theory of visual interpolation in object perception. *Cognitive Psychology*, 23(2), 141–221.

Palmer, S. E. (1999). *Vision science: Photons to phenomenology*. MIT Press.

Saffran, J. R., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1996). Statistical learning by 8-month-old infants. *Science*, 274(5294), 1926–1928.

Schapiro, A. C., Rogers, T. T., Cordova, N. I., Turk-Browne, N. B., & Botvinick, M. M. (2013). Neural representations of events arise from temporal community structure. *Nature Neuroscience*, 16, 486–492.

Turk-Browne, N. B., Jungé, J. A., & Scholl, B. J. (2005). The automaticity of visual statistical learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134(4), 552–564.

Wagemans, J., Feldman, J., Gepshtein, S., Kimchi, R., Pomerantz, J. R., van der Helm, P. A., & van Leeuwen, C. (2012). A century of Gestalt psychology in visual perception: I. Perceptual grouping and figure-ground organization. *Psychological Bulletin*, 138(6), 1172–1217.

X. Perceptual learning, attention, binding and temporal structure

Ahissar, M., & Hochstein, S. (2004). The reverse hierarchy theory of visual perceptual learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(10), 457–464.

- Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual Review of Neuroscience*, 18, 193–222.
- Gibson, E. J. (1969). *Principles of perceptual learning and development*. Appleton-Century-Crofts.
- Gobet, F., Lane, P. C. R., Croker, S., Cheng, P. C.-H., Jones, G., Oliver, I., & Pine, J. M. (2001). Chunking mechanisms in human learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(6), 236–243.
- Goldstone, R. L. (1998). Perceptual learning. *Annual Review of Psychology*, 49, 585–612.
- Kastner, S., & Ungerleider, L. G. (2000). Mechanisms of visual attention in the human cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 315–341.
- Kellman, P. J., & Garrigan, P. (2009). Perceptual learning and human expertise. *Physics of Life Reviews*, 6(2), 53–84.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81–97.
- Nobre, A. C., & van Ede, F. (2018). Anticipated moments: Temporal structure in attention. *Nature Reviews Neuroscience*, 19, 34–48.
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12(1), 97–136.
- Zacks, J. M., Speer, N. K., Swallow, K. M., Braver, T. S., & Reynolds, J. R. (2007). Event perception: A mind-brain perspective. *Psychological Bulletin*, 133(2), 273–293.

XI. Automaticity, predictive processing and mismatch

- Bastos, A. M., Usrey, W. M., Adams, R. A., Mangun, G. R., Fries, P., & Friston, K. J. (2012). Canonical microcircuits for predictive coding. *Neuron*, 76(4), 695–711.
- Clark, A. (2013). Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 36(3), 181–204.
- Friston, K. (2010). The free-energy principle: A unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 127–138.
- Keller, G. B., & Mrsic-Flogel, T. D. (2018). Predictive processing: A canonical cortical computation. *Neuron*, 100(2), 424–435.
- Logan, G. D. (1988). Toward an instance theory of automatization. *Psychological Review*, 95(4), 492–527.
- Moors, A. (2016). Automaticity: Componential, causal, and mechanistic explanations. *Annual Review of Psychology*, 67, 263–287.
- Moors, A., & De Houwer, J. (2006). Automaticity: A theoretical and conceptual analysis. *Psychological Bulletin*, 132(2), 297–326.
- Näätänen, R., Paavilainen, P., Rinne, T., & Alho, K. (2007). The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: A review. *Clinical Neurophysiology*, 118(12), 2544–2590.

Rao, R. P. N., & Ballard, D. H. (1999). Predictive coding in the visual cortex: A functional interpretation of some extra-classical receptive-field effects. *Nature Neuroscience*, 2(1), 79–87.

Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84(1), 1–66.

Summerfield, C., & de Lange, F. P. (2014). Expectation in perceptual decision making: Neural and computational mechanisms. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(11), 745–756.

XII. Circadian and state-dependent variability

Carskadon, M. A. (2011). Sleep in adolescents: The perfect storm. *Pediatric Clinics of North America*, 58(3), 637–647.

Dahl, R. E. (1996). The impact of inadequate sleep on children's daytime cognitive function. *Seminars in Pediatric Neurology*, 3(1), 44–50.

Schmidt, C., Collette, F., Cajochen, C., & Peigneux, P. (2007). A time to think: Circadian rhythms in human cognition. *Cognitive Neuropsychology*, 24(7), 755–789.

XIII. Insight and representational change

Duncker, K. (1945). On problem-solving. *Psychological Monographs*, 58(5), i–113.

Jung-Beeman, M., Bowden, E. M., Haberman, J., Frymiare, J. L., Arambel-Liu, S., Greenblatt, R., Reber, P. J., & Kounios, J. (2004). Neural activity when people solve verbal problems with insight. *PLoS Biology*, 2(4), e97.

Knoblich, G., Ohlsson, S., Haider, H., & Rhenius, D. (1999). Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25(6), 1534–1555.

Köhler, W. (1925). *The mentality of apes* (E. Winter, Trans.). Harcourt, Brace & Company.

Kounios, J., & Beeman, M. (2009). The Aha! moment: The cognitive neuroscience of insight. *Current Directions in Psychological Science*, 18(4), 210–216.

Ohlsson, S. (1992). Information-processing explanations of insight and related phenomena. In M. T. Keane & K. J. Gilhooly (Eds.), *Advances in the psychology of thinking* (pp. 1–44). Harvester Wheatsheaf.

XIV. Evolutionary and cultural-evolutionary background

Aiello, L. C., & Wheeler, P. (1995). The expensive-tissue hypothesis: The brain and the digestive system in human and primate evolution. *Current Anthropology*, 36(2), 199–221.

Boyd, R., & Richerson, P. J. (1985). *Culture and the evolutionary process*. University of Chicago Press.

- Dawkins, R. (1982). *The extended phenotype: The gene as the unit of selection*. Oxford University Press.
- Dunbar, R. I. M. (1998). The social brain hypothesis. *Evolutionary Anthropology*, 6(5), 178–190.
- Henrich, J. (2015). *The secret of our success: How culture is driving human evolution, domesticating our species, and making us smarter*. Princeton University Press.
- Laland, K. N., Odling-Smee, J., & Feldman, M. W. (2000). Niche construction, biological evolution, and cultural change. *Behavioral and Brain Sciences*, 23(1), 131–146.
- Odling-Smee, F. J., Laland, K. N., & Feldman, M. W. (2003). *Niche construction: The neglected process in evolution*. Princeton University Press.
- Tomasello, M. (1999). *The cultural origins of human cognition*. Harvard University Press.
- Wrangham, R. (2009). *Catching fire: How cooking made us human*. Basic Books.

XV. Domain anchors: number, space, physical reasoning, tool use and social cognition

Number, magnitude, and early quantitative cognition

- Dehaene, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics* (Rev. ed.). Oxford University Press.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20(3–6), 487–506.
- Walsh, V. (2003). A theory of magnitude: Common cortical metrics of time, space and quantity. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(11), 483–488.

Space, spatial representation, and spatial ability

- O’Keefe, J., & Nadel, L. (1978). *The hippocampus as a cognitive map*. Clarendon Press.
- Newcombe, N. S., & Huttenlocher, J. (2000). *Making space: The development of spatial representation and reasoning*. MIT Press.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352–402.
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817–835.

Physical reasoning, intuitive physics, and object-based understanding

- Spelke, E. S., Breinlinger, K., Macomber, J., & Jacobson, K. (1992). Origins of knowledge. *Psychological Review*, 99(4), 605–632.
- Ullman, T. D., Spelke, E. S., Battaglia, P., & Tenenbaum, J. B. (2017). Mind games: Game engines as an architecture for intuitive physics. *Trends in Cognitive Sciences*, 21(9), 649–665.

Tool use, affordances, and technical reasoning

Osiurak, F., & Badets, A. (2016). Tool use and affordance: Manipulation-based versus reasoning-based approaches. *Psychological Review*, 123(5), 534–568.

Vaesen, K. (2012). The cognitive bases of human tool use. *Behavioral and Brain Sciences*, 35(4), 203–218.

Social cognition, shared intentionality, and communication

Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. MIT Press.

Frith, C. D., & Frith, U. (2006). The neural basis of mentalizing. *Neuron*, 50(4), 531–534.

Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1(4), 515–526.

Tomasello, M. (2008). *Origins of human communication*. MIT Press.

Tomasello, M. (2014). *A natural history of human thinking*. Harvard University Press.

Tomasello, M., Carpenter, M., Call, J., Behne, T., & Moll, H. (2005). Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 28(5), 675–691.