

Utforsking av tilhøvet mellom språkleg og matematisk dugleik

REFERANSE:

Peng, P., Lin, X., Emine, Ü., Lee, K., Namkung, J., Chow, J. & Sales, A. (2020). Examining the Mutual Relations between Language and Mathematics: A Meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 146(7), 595-643.

<http://dx.doi.org/10.1037/bul0000231>

Peng et al. har utforska tilhøvet mellom språk og matematikk gjennom ein analyse av data frå 344 studiar. Dei fann at språket kan fungera som eit medium for å kommunisera, for å representera og for å henta fram matematiske kunnskarar. I tillegg utgjer det matematiske språket ei eiga form for tenking som støtter opp under arbeidsminne og intelligens. Grunnleggande dugleik i matematikk kan fungera som ein funksjon av språket, noko som frigjer kognitive ressursar til meir krevjande matematiske oppgåver. På denne måten kan språkleg dugleik styrka vekselverknadar mellom kognisjon og matematikk .

Bakgrunn

Språkleg dugleik er naudsynt for å kunna uttrykka idear, kjensler og spørsmål til omverda. Denne dugleiken er bygd opp av mellom anna fonologi (språklydar), ordforråd/morfologi (språkmeining) og munnleg forståing (samtale). Språkleg dugleik er i tillegg avgjerande for akademiske prestasjonar, inkludert lesing og rekning.

Koplinga mellom språkleg dugleik og lesing har sterk støtte i forskingslitteraturen. Ein kan slå fast med stor sikkerheit at avkoding av ord heng saman med fonologisk strev, særleg i tidlege skoleår, medan leseforståing vert mykje påverka av ordforråd og munnleg forståing gjennom heile skoleløpet.

Når det gjeld koplinga mellom språkleg dugleik og rekning, er forskingsresultata meir sprikande. Nokre studiar viser sterke statistiske samanhengar, eller korrelasjonar¹, medan andre viser svake til ikkje-signifikante² korrelasjonar. Me veit ikkje nok om tilhøvet mellom språk og matematikk og kva slags faktorar som påverkar dette tilhøvet.

Peng et al. viser til tre tidlegare systematiske kunnskapsoversyn³ om tilhøvet mellom språk og matematikk. Desse vart gjort i 2016, 2017 og 2018:

- Kunnskapsoversynet frå 2016 dreidde seg om tilhøvet mellom munnleg dugleik og brøkrekning hos barn i skolealder. Basert på tre amerikanske studiar konkluderer forfatarane at munnleg dugleik spelar ei meningsfylt rolle for prestasjonane i brøkrekninga og at kognisjon delvis kan forklara tilhøvet mellom munnleg språk og brøkrekning.
- I kunnskapsoversynet frå 2017 undersøkte eit forskarteam tilhøvet mellom matematikk og rask automatisk namngjeving (RAN), som måler kor godt ein tar i bruk fonologiske og verbale

¹ **Korrelasjon:** eit statistisk mål på kor mykje to målbare storleikar heng saman med kvarandre. Til dømes tyder ein positiv korrelasjon mellom høgd og vekt at høge folk ofte er tyngre enn låge folk.

² **Statistisk signifikans:** i statistikk; eit mål på kor sannsynleg det er at dei dataa ein har, skyldast tilfeldigheit.

³ **Systematisk kunnskapsoversyn:** Som regel ein artikkel eller ein rapport som gjer eit oversyn over eit klårt definert forskingsspørsmål. Oversynet brukar systematiske og eksplisitte metodar for å identifisera, velja ut og kritisk vurdere relevant forskning, samt for å samla inn og analysera data frå studiane som er inkluderte i oversynet.

ressursar til å setta namn på til dømes eit objekt, ein farge, eit bilde eller eit tal. Med data frå 38 studiar fann forskarane ein signifikant samanheng mellom RAN og matematikkdugleik. Denne samanhengen var sterkare for enkel rekning enn for generelle prestasjonar i matematikk. Forskarane bak kunnskapsoversynet hevdar at denne samanhengen mellom RAN og enkel rekning delvis kan tilskrivast at ein hentar fram matematiske representasjonar frå langtidsminnet på same vis som når ein hentar fram verbale representasjonar for å setta namn på noko.

- Kunnskapsoversynet frå 2018 var ein kvalitativ metasyntese⁴ som fokuserte på korleis elevar med minoritetsspråkleg bakgrunn lærte matematikk i ein fleirspråkleg utdanningssamheng. Forfattarane hevdar at språket er eit grunnleggande medium for dei minoritetsspråklege elevane si læring av matematisk kunnskap og at ein burde laga eigne læreplanar med ein eigen språkkomponent og multimodale element i form av visuelle presentasjonar som kan kompensera for manglande språkdugleik. Dei hevdar vidare at det er viktig at dei minoritetsspråklege elevane får høve til å læra matematikk på førstespråket fordi det vil gjera det lettare å resonnera kring oppgåvene.

Desse kunnskapsoversyna klargjer noko av relasjonen mellom språkleg og matematisk dugleik. Men ifølgje Peng et al. er det framleis uklart korleis ulike typar språkdugleik kan henga saman med ulike typar matematikkdugleik. Det er også uklart om desse samhengane vert påverka av karakteristikkar ved oppgåvene (korleis dugleiken vart målt) eller karakteristikkar ved utvalet (til dømes andrespråksstatus). Vidare veit me ikkje om samhengane vil endra seg i tråd med alder og utvikling eller korleis andre viktige kognitive evner som arbeidsminne og intelligens spelar inn. Det overordna målet til Peng et al. var å bidra til forskingslitteraturen gjennom å utforska desse kunnskapshøla.

Føremål

Metaanalysen⁵ til Peng et al. tok utgangspunkt i den generelle teorien om språkfunksjonar, som seier at språket har ulike funksjonar i liva våre. Døme på dette kan vera at språket vert brukt til å utveksla informasjon, til å uttrykka kjensler og haldningar, eller til å få næring til tankane. På denne måten kan språket fungera som eit instrument for å utvikla matematisk dugleik. Føremålet med metaanalysen var derfor å testa språkfunksjonshypotesar i matematikk.

Peng et al. jobba særleg ut frå to hypotesar om språkfunksjonar, nemleg ideane om språket som medium og språket som tenking. I samanhengen matematikkundervising er det med andre ord snakk om å skilja mellom språket som ein reiskap for å overføra kunnskap om matematikk på den eine sida eller matematikken som eit språk i seg sjølv på den andre.

Dersom empirien gir støtte til hypotesen om språket som medium, vil det seia at god språkleg dugleik leier til god matematisk dugleik. Dersom empirien gir støtte til hypotesen om språket som tenking, vil det indikera at det finst ein tredje variabel, i form av kognitive evner eller intelligens, som støttar opp under både språkleg og matematisk dugleik. I tillegg kan faktorar som ulike typar språk- og

⁴ **Metasyntese:** Ein prosedyre for å samanstillast forskning på eit bestemt emne der forskarane samanliknar og analyserer tekstane frå individuelle studiar og utviklar nye tolkingar

⁵ **Metaanalyse:** Statistiske teknikkar for å integrera resultatane av inkluderte studiar i det systematiske kunnskapsoversynet.

matematikkdugleik, alder/utviklingstrinn, gjensidig påverknad frå ulike kognitive område (mutualisme), måten språkdugleiken blei målt på (reseptiv kontra ekspressiv) og andrespråksstatus spela inn i relasjonen mellom språkleg og matematisk dugleik. Det overordna føremålet med metaanalysen var altså å testa desse hypotesane opp mot empiriske data frå forskingslitteraturen.

Forskingsspørsmål

Peng et al. formulerte fire djuptpløyande forskingsspørsmål som dei ville få svar på gjennom metaanalysen:

1. Er det ein signifikant samanheng mellom språkleg og matematisk dugleik og kva er i så fall omfanget av denne samanhengen?
2. Varierer samanhengen mellom språk og matematikk som funksjon av variablar for ulike typar språkdugleik⁶, ulike typar matematikk⁷, andrespråksstatus⁸, språkmålingstype⁹ eller alder?
3. Kva rolle spelar arbeidsminne og intelligens for samanhengen mellom språkleg og matematisk dugleik?¹⁰
4. Kva er langtidsrelasjonen mellom språk- og matematikkdugleik? Føreseier språkleg dugleik matematisk dugleik viss me kontrollerer for innleiande matematisk dugleik, og føreseier matematisk dugleik språkleg dugleik om me kontrollerer for innleiande språkleg dugleik? Kva er det føreseiande sannsynet (*predictive power*) i form av innverknad frå ulike typar tidleg dugleik i språk/matematikk på seinare dugleik i matematikk/språk?

Inkluderte studiar

Forskarane gjorde breie litteratursøk etter forskingsartiklar publisert før 2018 og inkluderte studiar som rapporterte kvantitative data der både språkleg og matematisk dugleik vart målt gjennom oppgåveløysing hjå elevane. I tillegg måtte studiane rapportera statistiske samanhengar (korrelasjonar) mellom den målte dugleiken i matematikk og språk. Ut frå desse kriteria vart 344 studiar inkludert i den systematiske kunnskapsoppsummeringa. Dei 344 inkluderte enkeltstudiane omfatta til saman 393 uavhengige utval med totalt 360 268 deltakarar og 2 831 korrelasjonar mellom språkleg og matematisk dugleik.

⁶ Nærmare bestemt fonologisk behandling, ordtilfang, munnleg forståing eller omfattande språkdugleik (ein kombinasjon av to eller fleire av desse)

⁷ Nærmare bestemt talforståing, rekning, tekstoppgåver, brøk, algebra, geometri eller omfattande matematikkdugleik (ein kombinasjon av to eller fleire av desse)

⁸ Å læra matematikk gjennom eit andrespråk kontra gjennom morsmålet

⁹ Reseptiv forståing av språk kontra ekspressiv bruk av språk

¹⁰ Er det framleis ein samanheng mellom språkleg og matematisk dugleik dersom ein kontrollerer for arbeidsminne, intelligens eller begge delar? Kor mykje av samvariasjonen kan arbeidsminne, intelligens eller begge i så fall forklara? Vert den delvise samvariasjonen mellom språk og matematikk, etter at ein har kontrollert for arbeidsminne og intelligens, påverka av variablane for ulike typar språk- og matematikkdugleik, andrespråksstatus eller alder?

Resultat

Metaanalysen gav følgende svar på forskings spørsmål:

Spørsmål 1: Er det ein signifikant samheng mellom språkleg og matematisk dugleik?

Analysane viste ein signifikant moderat samvariasjon mellom ulike språkdugleikar og ulike matematikktypar. Det vil seie at me kan gå ut ifrå at elevar som har eit godt språk som regel òg vil gjera det godt i matematikk og omvendt.

Spørsmål 2: Kva variablar moderer relasjonen mellom språk og matematikk?

Språk kontra matematikk

- Omfattande språkdugleik, munnleg forståing og ordtilfang viste sterkare relasjon til matematikk enn fonologisk medvit og rask automatisert namngjeving (RAN).
- Omfattande språkdugleik viste sterkare relasjon til talforståing enn til fonologisk medvit, RAN og ordtilfang.
- Omfattande språkdugleik viste sterkare relasjon til rekning enn fonologisk medvit.
- Ordtilfang, munnleg forståing og omfattande språkdugleik viste sterkare relasjon til tekstoppgåver enn RAN.

Matematikk kontra språk

- Tekstoppgåver viste sterkare relasjon til språk enn talforståing, rekning, brøk eller algebra.
- Omfattande matematikkdugleik viste sterkare relasjon til språk enn talforståing, rekning eller algebra.

Språkmålingstype

- Dei fleste studiane målte språkdugleiken ekspressivt, det vil seie ut frå evna til å setta saman ord og setningar i høve til grammatiske reglar. Men nokre av studiane målte språkdugleiken reseptivt, det vil seie ut frå evna til å forstå ord og setningar. Nokre få målte begge typane språkdugleik.
- Metaanalysen viste ein moderat relasjon mellom språk og matematikk uavhengig av språkmålingstype. Det var ikkje signifikante skilnadar mellom dei ulike formane for språkmåling.

Andrespråksstatus

- Relasjonen mellom språk og matematikk var sterkare i grupper med elevar som lærte matematikk på morsmålet enn hos grupper med elevar som lærte matematikk på eit andrespråk.
- Det var ingen skilnad mellom grupper som lærte matematikk på morsmålet og fleirspråklege grupper.

Alder

- Alder påverka ikkje den generelle relasjonen mellom språk og matematikk signifikant, men relasjonen mellom fonologisk medvit og talforståing/rekning minka med alderen.

- Når forskarane kontrollerte for arbeidsminne og intelligens, viste ikkje alder seg som ein signifikant moderator.

Spørsmål 3: Kva rolle spelar arbeidsminne og intelligens for relasjonen mellom språk og matematikk?

Kontroll for arbeidsminne

Det var 101 studiar med 111 uavhengige utval og 2 111 ulike korrelasjonar mellom språk og matematikk der ein kunne skilja ut og kontrollera for arbeidsminne. Samla sett kunne arbeidsminne forklara 8% til 16% av samvariasjonen mellom språkleg og matematisk dugleik.

- **Talforståing**
Det var 47 studiar med 49 uavhengige utval og 837 korrelasjonar mellom arbeidsminne, språk og talforståing. Arbeidsminne kunne her forklara 13% til 19% av samvariasjonen mellom språkdugleik og talforståing.
- **Rekning**
Det var 64 studiar med 71 ulike utval og 706 korrelasjonar mellom arbeidsminne, språk og rekning. Arbeidsminne kunne her forklara 6% til 21% av samvariasjonen mellom språkdugleik og rekning.
- **Tekstoppgåver**
Det var 44 studiar med 46 ulike utval og 225 korrelasjonar mellom arbeidsminne, språk og rekning. Arbeidsminne kunne her forklara 4% til 16% av samvariasjonen mellom språkdugleik og rekning.
- **Brøk**
Det var åtte studiar med åtte ulike utval og 40 korrelasjonar mellom arbeidsminne, språk og brøk. Arbeidsminne kunne her forklara 0% til 16% av samvariasjonen mellom språkdugleik og brøk.
- **Geometri**
Det var fire studiar med fire ulike utval og 67 korrelasjonar mellom arbeidsminne, språk og geometri. Arbeidsminne kunne her forklara 100% av samvariasjonen mellom språkdugleik og geometri.
- **Algebra**
Det var tre studiar med tre ulike utval og 53 korrelasjonar mellom arbeidsminne, språk og rekning. Arbeidsminne kunne her forklara 3% til 15% av samvariasjonen mellom språkdugleik og rekning.

Kontroll for intelligens

Det var 128 studiar med 141 uavhengige utval og 1 550 ulike korrelasjonar mellom språk og matematikk der ein kunne skilja ut og kontrollera for intelligens. Samla sett kunne intelligens forklara 21% til 23% av samvariasjonen mellom språkleg og matematisk dugleik.

- **Talforståing**
Det var 46 studiar med 49 uavhengige utval og 432 korrelasjonar mellom intelligens, språk og talforståing. Intelligens kunne her forklara 26% til 29% samvariasjonen mellom språkdugleik og talforståing.

- **Rekning**
Det var 82 studiar med 94 uavhengige utval og 615 korrelasjonar mellom intelligens, språk og rekning. Intelligens kunne her forklara 23% til 26% av samvariasjonen mellom språkdugleik og rekning.
- **Tekstoppgåver**
Det var 49 studiar med 53 uavhengige utval og 305 korrelasjonar mellom intelligens, språk og tekstoppgåver. Intelligens kunne her forklara 20% til 22% av samvariasjonen mellom språkdugleik og tekstoppgåver.
- **Brøk**
Det var ni studiar med ni uavhengige utval og 33 korrelasjonar mellom intelligens, språk og brøk. Intelligens kunne her forklara om lag 29% av samvariasjonen mellom språkdugleik og brøk.
- **Geometri**
Det var seks studiar med sju uavhengige utval og 16 korrelasjonar mellom intelligens, språk og geometri. Intelligens kunne her forklara om lag 26% av samvariasjonen mellom språkdugleik og geometri.
- **Algebra**
Det var seks studiar med seks uavhengige utval og 13 korrelasjonar mellom intelligens, språk og algebra. Intelligens kunne her forklara 38% av samvariasjonen mellom språkdugleik og algebra i dette datasettet.

Kontroll for intelligens og arbeidsminne

Det var 59 studiar med 66 uavhengige utval og 1 469 ulike korrelasjonar mellom språk og matematikk der ein kunne skilja ut og kontrollera for intelligens og arbeidsminne. Samla sett kunne intelligens og arbeidsminne forklara 41% til 54% av samvariasjonen mellom språkleg og matematisk dugleik.

- **Talforståing**
Det var 22 studiar med 23 uavhengige utval og 517 korrelasjonar mellom intelligens, arbeidsminne, språk og talforståing. Intelligens og arbeidsminne kunne her forklara 10% til 30% av samvariasjonen mellom språkdugleik og talforståing.
- **Rekning**
Det var 41 studiar med 47 uavhengige utval og 571 korrelasjonar mellom intelligens, arbeidsminne, språk og rekning. Intelligens og arbeidsminne kunne her forklara 33% til 42% av samvariasjonen mellom språkdugleik og rekning.
- **Tekstoppgåver**
Det var 27 studiar med 29 uavhengige utval og 231 korrelasjonar mellom intelligens, arbeidsminne, språk og tekstoppgåver. Intelligens og arbeidsminne kunne her forklara 48% til 67% av samvariasjonen mellom språkdugleik og tekstoppgåver.
- **Brøk**
Det var fem studiar med fem uavhengige utval og 21 korrelasjonar mellom intelligens, arbeidsminne, språk og brøk. Intelligens og arbeidsminne kunne her forklara om lag 50% av samvariasjonen mellom språkdugleik og brøk.
- **Geometri**

Det var tre studiar med tre uavhengige utval og 19 korrelasjonar mellom intelligens, arbeidsminne, språk og geometri. Metaanalysen viste ikkje signifikant samvariasjon her.

- **Algebra**

Det var to studiar med to uavhengige utval og fem korrelasjonar mellom intelligens, arbeidsminne, språk og geometri. Metaanalysen viste ikkje signifikant samvariasjon her.

Spørsmål 4: Kva er langtidsrelasjonen mellom språk og matematikk?

Forskarane ville finna ut om tidleg språkleg og matematisk dugleik kunne forklara seinare dugleik av same type.

Det var 61 langtidsstudiar med 63 uavhengige utval og 884 ulike korrelasjonar mellom tidleg dugleik i språk og seinare dugleik i matematikk. Dei fleste fokuserte på aldersgruppa mellom ca. 3 til 14 år og følgde dei opp etter to år. Metaanalysen viste at det var signifikant og moderat samvariasjon mellom tidleg språkdugleik og seinare matematikkdugleik.

Vidare var det 26 langtidsstudiar med 27 uavhengige utval og 178 ulike korrelasjonar mellom tidleg dugleik i matematikk og seinare dugleik i språk gjort på aldersgruppa mellom ca. 3 til 14 år over to år. Metaanalysen viste at det òg var signifikant og moderat samvariasjon mellom tidleg matematikkdugleik og seinare språkdugleik.

Implikasjonar

Implikasjonar for teori

Metaanalysen til Peng et al. visar direkte og indirekte empirisk evidens for at når det gjeld høvet til matematikk, fungerer språk både som medium for læring og som ein eigen form for tenking. Med andre ord har begge språkfunksjonshypotesane støtte i gjeldande data.

Funksjonen av språk som medium er konsekvent viktig for alle typar matematikk, men særleg for grunnleggande matematisk dugleik (talforståing og enkel rekning) som i stor grad byggjer på matematisk kunnskap som vert utvikla ved hjelp av språket.

Funksjonen av språk som tenking er òg viktig for alle typar matematikk, men særleg for avansert matematikk som krev eit høgt kognisjonsnivå. Når det gjeld grunnleggande matematisk dugleik, ser det ut til at tenkefunksjonen blir mindre viktig med utviklinga av di ein blir flinkare til å trekka fram matematisk kunnskap gjennom språket. Såleis kan det sjå ut til at dei to språkfunksjonane spelar inn i kvarande når ein lærar og brukar matematikk. Med andre ord kan flytande bruk av matematisk språk, særleg i utviklinga av grunnleggande matematisk dugleik, moglegvis frigjera kognitive ressursar som lar ein tenka matematisk i løysinga av meir avanserte oppgåver. Interaksjonen mellom funksjonane av språket som medium og språket som tenking blir då viktigare og viktigare etter som ein akkumulerer matematisk kunnskap.

Dette gir støtte til teorien om mutualisme som seier at kjerneknogisjon (arbeidsminne og intelligens) og fagleg kompetanse har gjensidig påverknad på kvarandre. Peng et al. hevdar at resultatata frå metaanalysen indikerer at ein slik gjensidig effekt mellom kognisjon og fagleg kompetanse (i dette tilfellet matematikk) kan forklarast av korleis ein brukar språket læringa/utføringa av den faglege kompetansen.

På grunnlag av dette legg Peng et al. fram ein utviklingsfunksjonshypotese frå språk til matematikk. Ut frå denne hypotesen brukar barn språket som medium for å kommunisera, representera og henta

fram matematisk kunnskap i tillegg til å bruke språket som eit tenkeverktøy som støtter opp under arbeidsminne og resonnering når dei lærar og utfører matematikk.

Implikasjonar for praksis

Peng et al. peiker på tre implikasjonar resultatata frå denne metaanalysen kan ha for matematikkundervising.

For det første kan det vera naudsynt å leggja ulik vekt på medium- og tenkefunksjonen til språket for utviklinga av ulike typar matematisk dugleik. Når dei skal læra seg grunnleggande matematisk dugleik, er det viktig at elevane i hovudsak nyttar språket som medium for å henta fram dei rette matematiske konseptar for å løysa oppgåvene. Diskusjonar rundt ulike metodar kan verka forvirrande snarare enn oppklarande på dette stadiet, særleg for ungar som manglar grunnleggande talforståing. For meir avansert matematikk bør språket brukast som eit verktøy, i første omgang for å danna seg kunnskap om viktige konsept og vidare for å danna kunnskap om prosedyrar og matematisk praksis. Dette er særleg viktig for elevar med lærevanskar, der det til dømes visar seg at det er lettare å læra brøkkrekning gjennom konseptuelle aktivitetar (språk som tenking) enn gjennom flyt (språk som medium). Dette gjeld også når ein jobbar med tekstoppgåver.

For det andre er det stor variasjon i det språklege nivået til ulike elevar, og nokre elevar treng omfattande språkstøtte. I og med at språk og matematikk påverkar kvarandre, kan tiltak for språkmeistring også ha ein positiv effekt for elevar med vanskar i matematikk.

For det tredje kan det vera nyttig at andrespråkselevar får læra matematikk på andrespråket. Å delta i matematikkundervisinga på andrespråket kan vera ein god måte å læra seg språket betre. I tillegg ser det ut til at numeriske fakta set seg betre når ein lærer dei på andrespråket, moglegvis fordi det krev ein større kognitiv innsats hos elevane. Dersom andrespråkselevar får god støtte i undervisinga, viser denne metaanalysen at det på lang sikt kan vera ein fordel for disse elevane å læra matematikk på andrespråket.