

Csirikné Czachesz Erzsébet

## A LOGIKAI MŰVELETEK ÉS A KOGNITIV FEJLŐDÉS KAPCSOLATA NAPJAINK NÉHÁNY FEJLŐDÉSLELEKTANI KUTATÁSÁBAN

Az utóbbi évtizedek kognitív fejlődést vizsgáló pszichológiai indíttatású kutatásaiban a logikai műveletek szerepét tekintve a következő megközelítéseket láthatjuk:

- Az egyén valamennyi kognitív /értelmi/ művelete együtt az egyén logikája, vagyis az értelmi műveletek fejlődése a logikus gondolkodás kialakulását jelenti. Ennek az irányzatnak iskolateremtő képviselője: Jean Piaget.
- A személy gondolkodási stratégiái, fogalmi kialakulásának és fejlődésének a vizsgálatakor, - gyakran kimondatlanul - a logikai műveletek is az elemzés tárgyává válnak. Vigotszkij, Bruner és mások néhány munkáját fogjuk ebből a szempontból elemezni.
- A szimbolikus logika által leírt műveletek és következtetések direkt vizsgálata, a kognitív fejlődésben betöltött szerepük elemzése.

Tanulmányunkban a logikai műveleteknek a kognitív fejlődésben betöltött szerepét vizsgáljuk a fenti fejlődéslelektani kutatásokban. Arra a figyelemreméltó jelenségre szeretnénk rámutatni, hogy bármilyen kutatási irányzatról is legyen szó, a logikai műveletek szerepe mindenütt alapvető jelentőségű. Még akkor is így van ez, ha a kutató fogalomelsajátításról, információfeldolgozásról vagy éppen a deduktív gondolkodásról ír.

1.1 Piaget elsősorban genetikusan episztemológus a tudás

természetét, eredetét kutatja. Mégis, talán az ő hatása a legnagyobb napjaink fejlődéslélektanára. A tudás kialakulását empirikus módszerekkel vizsgálja. Különböző feladathelyzetekben tevékenykedő gyerekeket megfigyel és elemzi tevékenységüket, valamint a tevékenység közben tett kijelentéseiket. Az általa alkalmazott klinikai módszert két oldalról érte kritika. Jakobson /1968/ azt írja, hogy a klinikai módszer sok szabadságot engedélyez a kísérletvezetőnek, amellyel a kísérleti személyeket erősen befolyásolhatja. Másrésztől Gelman /1969/ szerint Piaget kísérletei nem mindig ismételhetők meg, illetve megismétlésük esetén nem igazolják az eredeti modell eredményeit.

A módszertani kételyek ellenére Piaget több mint 30 könyvében és többszáz cikkében alapvetően befolyásolta a kognitív fejlődésről kialakult nézeteket. Elméletét két részre lehet osztani; általános fejlődésselmélet és az értelmi fejlődés szakaszainak elmélete.

1.1.1 Általános fejlődésselméletében abból indul ki, hogy az emberek olyan biológiai lények, melyeknek a túléléshez és a sikeres tevékenységhez a külvilágból felvett információkat személyiségükbe, tudásukba be kell építeniük. Ezt a folyamatot asszociációnak nevezi. Azok az információk, amelyek az ember aktuális tudásától erősen eltérnek, nem megérthetőek, ezért feldolgozhatatlanok. Az olyan információk viszont, amelyeket az egyén már korábban feldolgozott, szintén nem hasznosíthatóak, mert a pillanatnyi tudáshoz nem tesznek hozzá semmit. Olyan információk felvétele szolgálja a fejlődést, amelyek az egyén tudásához hasonlóak, de nem azonosak. A hasonló és azonos közötti különbséget szakaszos fejlődésselméletében magyarázza meg. A tudás változását Piaget akkomodációnak nevezi. Az akkomodáció a mentális strukturának az új információhoz való igazodása, átstrukturálódása. A kettős folyamat /asszimiláció és akkomodáció/ eredménye az információfelvételt megelőzőnél valamivel fejlettebb tudásstruktúra, amely fejlettebb minőségű asszimilációra és akkomodációra kész.

Piaget szerint a szüntelen asszimiláció és akkomodáció folyamán állandóan változik az a mód, ahogyan az egyén tudásában a dolgok és/vagy folyamatok reprezentálódnak. Ha nem változna a tudás struktúrája, lehetetlen lenne a fejlődés. Normális fejlődés esetén az egyén kognitív egyensúlyra törekszik, ezért az alkalmazkodás és strukturaváltoztatás mellett, egyensúlyba hozásuk

érdekében működik az ekvilibráció. A kognitív fejlődés során az egyén tudásának strukturája meghatározott módon, mindig azonos sorrendű átstrukturálódások folyamán változik. A fejlődés állomásait Piaget a szakaszos fejlődés modelljében írja le.

1.1.2 Az értelmi fejlődés négy szakaszában úgy írja le a gyermek tudásstrukturájának változásait, hogy közben elemzi azokat a kognitív műveleteket, amelyek az adott életkorban működnek. A fejlődés menete:

szenzomotoros szakasz /0-2 év/

művelet előtti szakasz /2-7 év/

konkrét műveleti szakasz /7-11 év/

formális műveletek szakasza /11- /

Piaget B. Inhelderrel írt közös könyvükben /1955/ valamennyi szakaszban alkalmazott műveletek változását, fejlődését a gyermeki logika fejlődésének nevezi.

A fejlődés egy-egy szakaszába a körülményektől függően különböző időpontokban érhetnek el a gyermekek, de a szakaszok sorrendje mindig azonos.

A szenzomotoros szakaszban a legnagyobb lépést a tárgyállandóság fogalmának a megtanulása jelenti.

A művelet előtti szakaszban mutatkoznak a későbbi formális gondolkodás első műveletei. De a gyermek még csak konkrét tárgyakkal manipulálva végez irreverzibilis műveleteket, nem képes műveletei megfordítására. Csak egyetlen tárgyat/dolgot vagy tulajdonságot képes egyszerre figyelmébe vonni. Transzduktív módon gondolkodik: úgy gondolja, ha A B-t okozza, akkor feltétlenül B-nek is kell A-t okoznia.

A konkrét műveletek szakaszában képessé válik a műveletek megfordítására és egyszerre több jelenség együttes gondolati kezelésére. Felismeri például a mennyiség változatlanóságát, amely felismerés Piaget szerint a logikus gondolkodás nagyon fontos lépcsője. Ugyanigy ebben a szakaszban kiépülő, Piaget által logikainak nevezett műveletek: osztályozás, soralkotás, kombinálás, stb. A kombinálás készíti közvetlenül elő a szűkebb értelemben vett, a szimbolikus logika által leírt műveletek fejlődését.

Formális műveletek elvégzésére Piaget szerint 11 éves kora körül válik képessé a gyermek. Ekkor a műveleteket már nem csak valódi tárgyakon, hanem a tárgyak szimbólumain is tudja alkal-

mazni. Megtanul valószínű és lehetséges fogalmakkal operálni. A szimbolikus logika műveleteinek vizsgálatát Piaget nem formális logikai feladatokon mérte, hanem fizikai kísérleteket végző gyermekek feladatmegoldási módját, közben alkalmazott műveleteit és az elhangzó kijelentéseket elemezte. A konkrét műveletek szintjének elemi csoportosításával szemben, a formális műveletek szintjén a matematikában Klein-féle négyescsoportnak nevezett műveleteket alkalmazzák a kísérleti személyek. Ezekben a műveletekben az inverzió és a reciprocitás, a kétféle megfordítás kombinálható egymással, így négy transzformáció adódik: direkt, identikus művelet /I/  
fordított művelet /N/  
reciprok művelet /R/  
a reciprok fordítottja, vagy az első művelet duálja /C/

A formális szinten gondolkodó egyén az előbbi műveletek birtokában minden lehetséges alternatívát felismer, így birtokolja a tudományos és absztrakt gondolkodás alapjait.

1.2 A logikus gondolkodás fejlődését vizsgálva, de a klinikai módszer hátrányait elkerülendő, néhány kutató megismételte Piaget és munkatársai kísérleteit, egzaktabb módszerekkel. Braine /1959/ és Smedslund /1963/ a hosszúság tranzitivitásának a megértését vizsgálták manipulativ eszközök segítségével. A kísérleti személyek tevékenységét elemezték jól definiált feladathelyzetekben, ahol külső, kísérletvezetői beavatkozás nem történt. Bruner, Goodnow és Austin /1956/ az állandóság helyes megítélésével kapcsolatos vizsgálataikban azt találták, hogy a mennyiségek állandóságát a konkrét művelet előtti szakaszban lévő gyermekek is megértik.

Gagné /1968/ az értelmi műveletek kialakulását kumulatív tanulási folyamatként értelmezi, ahol hierarchikus egymásraépülésben az egyszerű inger-válasz kapcsolatoktól a fogalmakon át a szabályok kialakulásához vezet az út.

Bruner /1964/ kognitív elméletét kifejtve, három fejlődési szakasz: az enaktív, ikonikus és szimbolikus megkülönböztetését javasolja. Az első kettő megfelel Piaget érzékszervi-mozgásos és művelet előtti periódusának, de a szimbolikus szakasz értelmezése eltér a konkrét- és formális műveletekétől, mert Piaget két szakaszában a műveletek nem szükségszerűen szimbolikusak. Információelméleti megközelítésből értelmezik Piaget szakasz-

fejlődés koncepcióját McLaughlin /1963/, Halford /1968/ és Leone /1970/.

McLaughlin szerint az értelmi műveletek fejlettsége az egyén aktuális memóriakapacitásától függ, amelynek nagysága meghatározza, hogy egyszerre hány dolgot/jelenséget képes figyelmébe bevonnani. A művelet előtti fejlettségi szinten  $2^1 = 2$  dolog a maximális kapacitás, a konkrét műveletek szintjén:  $2^2 = 4$  dolog; a formális műveletek szintjén pedig:  $2^3 = 8$  dolog.

2.1 A második fő kutatási irány képviselői nem az egyén teljes kognitív fejlődését, hanem a fejlődés egy jelentős részét, a fogalomalkotást vizsgálják.

Kísérleteik azt bizonyítják, hogy a fogalomalkotás folyamatában logikai műveletek és relációk, és/vagy a nekik megfelelő halmazműveletek és relációk működnek. Minden logikai műveletnek megfelel egy halmazművelet, minden, a kijelentések között értelmezett relációnak megfelel egy halmazok közötti reláció.

A kísérleti személy fogalomalkotás közben a kísérleti eszközöktől függően /tárgyak vagy verbális jelek/ halmazokon vagy kijelentéseken végez műveleteket. Vigotszkij /1967/ klasszikus fogalomalkotás-vizsgálatában olyan módszert dolgozott ki, ahol különböző kinyitható fafigurák belső oldalára irt értelmetlen szótagok felhasználásával történik a fogalomalkotás. Például minden kicsi és alacsony tárgyon a "mur" szótag található.

A kísérletvezető megmutatja a kísérleti személynek a "mur" feliratu figurát, és megkéri, hogy a szó elolvasása után keressen olyan figurákat, amelyekről azt gondolja, hogy ugyanezzel a szóval vannak jelölve. A kísérleti személyek feladata ebben az esetben a kicsi és alacsony figurák kikeresése. Olyan figurákat kell keresni, amelyek kicsik /p/ és alacsonyak /q/ is. A két kijelentés konjunkcióját kell képezni, /q A g/. Illetve a halmazok nyelvén: R halmaz és S halmaz metszetét képezni, mert valamely kijelentés és annak igazsághalmaza közti kapcsolat lehetővé teszi, hogy egy, a kijelentésekre vonatkozó problémát halmazok segítségével fogalmazzunk meg. Fordított irányban is haladhatunk: ha halmazokat vizsgálunk, akkor az alaphalmazt logikai lehetőségek halmazának tekinthetjük, ennek egy részalmazát pedig egy kijelentés igazsághalmazának.

2.2 Bruner és munkatársai /1956, 1966/ vizsgálataikban más módszert alkalmaztak. A kísérleti személyeknek egy véges

fogalomhalmazból kellett egyetlen kitüntetett fogalmat megkeresniük. Közölték velük, hogy a fogalmat a halmazban szereplő példák valamilyen csoportosításával, közös és eltérő tulajdonságaik alapján lehet elkülöníteni.

A fogalmat azoknak a jegyeknek az összessége képviseli, amelyek mindegyik pozitív példában közösek, de amelyek a negatív példában együtt sohasem fordulnak elő. A kísérletben résztvevő személyek halmaz és logikai műveleteken kívül kombinatív műveleteket is alkalmaztak.

Bruner és munkatársai nem csupán a fogalom kialakulását, hanem a kialakuláshoz vezető folyamat egyénenként különböző lépésmozzanatait is elemerték. Az információ- és játékelmélet terminológiáját alkalmazva jellemezték a kísérleti személyek gondolkodási stratégiáit.

Az emberi fogalomalkotás kutatásának másik termékeny útja a pszichológiai kutatásban a szabálykeresés vizsgálata. Wason /1966/ kísérletében a lehetséges példák száma minden hipotézisre végtelen, a helyes szabály nem igazolható, de bármely helytelen cáfolható. A szabálykereső személy optimális stratégiája az lenne, ha szisztematikusan olyan példákat hozna fel, amelyek ellentétesek hipotézise különböző pontjaival. A különböző hipotézisek felállításához és elvetéséhez az egyének olyan logikai műveleteket alkalmaznak, amelyek adott tulajdonságok megléte vagy hiánya szerint rendezik a megoldáshoz gyűjtött információt.

2.3 A hatvanas évek végétől a pszichológusok érdeklődése egyre inkább a tudás egy másik aspektusa felé fordult, az emlékezetkutatás felé. A hangsúly átkerült a belső tudás tárolásának, működésének modellálására. A logikai műveletek szerepével kapcsolatban az emlékezetkutatásnak csak egy modelljéről szólnunk. Collins és Quillian /1972/ munkájáról, amely a fogalmak emlékezetben való tárolását kívánja reprezentálni. A szerzők célja: olyan emberi intelligenciateljesítményt modellálni számítógép segítségével, amely megérti a nyelvet és a logikai következtetéseket.

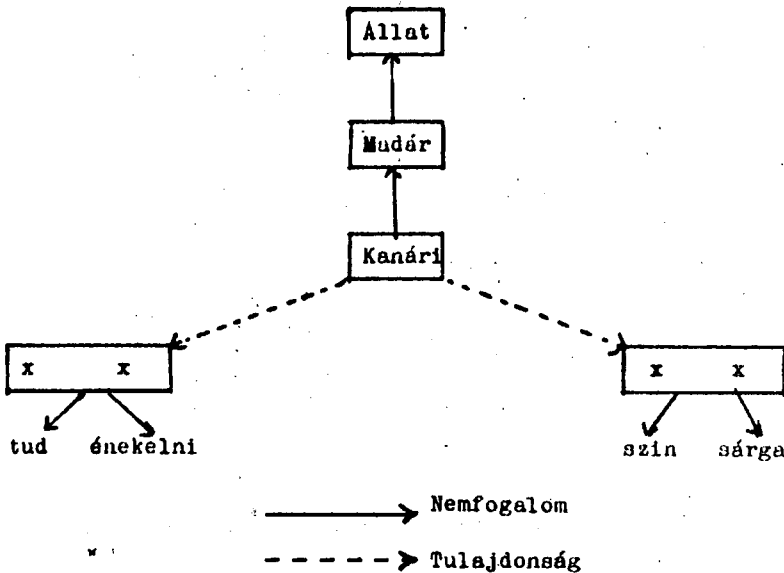
A fogalmakat egy ún. hálózatban tárolják, ahol a fogalmak és a tulajdonságok a csomópontok, amelyek asszociációk révén egymással össze vannak kötve. Asszociációk irányát nyíllal jelölik.

A nyilaknak két típusa van: nemfogalom-asszociáció  
 /egy fogalomtól a hozzá tartozó nem-  
 fogalomhoz vezet/  
 tulajdonság-asszociáció  
 /egy fogalomtól annak tulajdonsá-  
 gaihoz vezet/.

Egy-egy fogalomtól elvileg mindegyik fajta nyilból számtalan  
 ágazhat.

A tulajdonságok további két csoportra osztottak: reláció és  
 tárgy szerint. Például: tud repülni: reláció, magot eszik:  
 tárgy. A modellben minden fogalom csak más fogalmak segítségé-  
 vel definiálható, a fogalmak hierarchikusan épülnek.

Pl. a kanári fogalmának egyszerűsített reprezentációja:



Egy fogalom valamely tulajdonsága, pl. "az állat lélegzik",  
 minden más, a nemfogalom alá tartozó fogalomra is érvényes,  
 ezért nem szükséges minden alapfogalomnál újra tárolni.  
 Egy kijelentés megértése, feldolgozása Collins és Quillian mo-  
 dellje szerint a megadott tulajdonságot értékelve, logikai mű-  
 veleteket végezve történik.

Pl.: Énekelni tud és sárga. Kanári lehet.

Nem tud énekelni és sárga. Nem lehet kanári.

A modell empirikus ellenőrzésekor az volt az alapfeltevés, hogy bizonyos szerkezetű mondatok helyességének /igazságának/ az eldöntése kisebb reakcióidőt kíván, mint más típusoké.

Pl.: A kanári tud énekelni. - Csak egy fogalomszintet kell az igazságellenőrzéshez átlépni, ezért kicsi a válaszádig a reakcióidő.

A kanárinak van bőre. - Ebben az esetben több fogalomszinten kell ellenőrizni, mert a tulajdonság általánosabb, ezért az előzőnél hosszabb a reakcióidő.

Az előzetes felmérést igazolta az empirikus vizsgálat. Egy-egy tulajdonság igazságának eldöntésekor a kísérleti személyek logikai műveleteket végeznek, amelyek annál rövidebb reakcióidőt kívánnak, minél közelebbi szinten vannak egymáshoz a kérdéses fogalmak.

3.1 Dolgozatunk befejező részében azokról a kutatásokról szólnunk, amelyekben az egyén szűkebb értelemben vett logikai műveleteit vizsgálják.

A legtöbb e tárgyban született tanulmány fejlődéslelektani szempontból vizsgálja a logikai műveletek kialakulását és fejlődését. Mérési eszközeik manipulativ tevékenységet lehetővé tevő, speciálisan elhelyezett tárgyak vagy tárgyegyüttesek. Wason /1966/ mutatja be azt az egyszerű eszközkészlettel végzett vizsgálatot, amely egyetlen logikai művelet, az implikáció működését méri. Mindegyik kártya egyik oldalán betű, a másikon szám van, valamelyik oldaluk látható. A kísérletvezető állítása: ha a kártya egyik oldalán magánhangzó van, akkor a másik oldalon páros szám van. Az a kérdés, hogy mit kell csinálniuk a kísérleti személyeknek, hogy minél kevesebb lépésben eldöntsék az állítás igazságát. Olyan kártyalapokat kell választaniuk, amelyekben magánhangzó van, és olyanokat, amelyekben páratlan szám van felfelé. A célravezető stratégia: az állítás hamisságának az igazolása. A hamisságot csak az igazolhatja, ha a kártya egyik oldalán magánhangzó, a másikon páratlan szám van. Tehát a négy kártyából csak kettőt kell felhasználniuk. Ez a feladat még a felnőtt kísérleti személyeknek is sok nehézséget okozott, csak igen kis százalékuk tudta megoldani.



Osherson /1974/ kétkötetes művének első részében a logikai képességet Piaget-hoz hasonló módon értelmezi, a kognitív műveletek teljes körét nevezi logikai képességnak. A második kötet bevezetőjében már azt írja, hogy saját előző álláspontja nem elég korrekt, nem pontosította a kutatandó területeket. A második kötetben a szűkebb értelemben vett logikai műveletek közül néhány következtetési forma megoldásait elemzi. Piaget eredményeivel ellentétben az 6 kísérleti személyei még 14-15 éves koruk körül sem érik el a gondolkodás formális szintjét.

3.2 A szűkebb értelemben vett logikai feladatok megoldásait vizsgálták információelméleti keretben is, a következő hipotézis szerint: logikai /gondolkodási/ műveletek végzése közben adott információkat meghatározott szabályok szerint átstrukturálunk. Logikai következtetés esetén a gondolkodás a premissák kognitív feldolgozása, specifikus műveletek segítségével. McGuire /1960/ szillogizmusokat oldatott meg a kísérleti személyekkel. Arra a következtetésre jutott, hogy a logikai feladatok megoldása nem elsősorban az elvégzett művelettől, hanem az előzetesen meglévő tudásstrukturától függ. Az ember az új információkat mindig megpróbálja tudásába integrálni.

Az egyén logikai műveleteit mindhárom kutatási irányban még számtalan kutató vizsgálta és vizsgálja.

A jelenlegi helyzet átfogóbb áttekintéséről terjedelmi korlátok miatt most le kellett mondanunk.

További, általunk jelenleg nem tárgyalt fejezet lehetne a logikai képességek számítógépes szimulációja. /Pl.: Newell, Shaw és Simon modellje./

Írásunk célja volt a látszólag nagyon különböző kutatásokat egyetlen szempontból, a logika műveletek szempontjából közelebbről megvizsgálni.

## I r o d a l o m

- BRAINE, M.D.S. /1959/: The ontogeny of certain logical operations: Piaget's formulation examined by non-verbal method Washington, Psychological Monographs, whole no. 475.
- BRUNER, J.S. - Godnow, J.J. - Austin, G.A. /1956/: A study of thinking  
New York: Wiley
- BRUNER, J.S. /1964/: The course of cognitive growth  
American Psychologist, 19. 1-15.
- COLLINS, A.M. - Quillian, M.R. /1972/: How to make a language user In: Tulving, E. - Donaldson W. /Eds./  
Organisation and memory  
New York: Academic Press
- GAGNÉ, R.M. /1968/: Some factors of conceptual learning  
Journal of Experimental Psychology, 62. 313-21.
- GELMAN, R. /1969/: Conservation acquisition: A problem of learning to attend to the relevant attributes  
Journal of Experimental Child Psychology, 7. 67-87.
- HALFORD, G.S. /1968/: An investigation of concept learning: a study of conservation of quantity in children  
Ph. D. dissertation. University of Newcastle  
New South Wales, Australia
- INHELDER, B. - Piaget, J. /1955/: De la logique de enfant à la logique de l'adolescent  
Paris: P.U.F.  
/Magyarul: A gyermek logikájától az ifjú logikájáig  
Akadémiai Kiadó, Budapest, 1957/
- JAKOBSON, E. /1942/: Electrophysiology of mental activity  
American Journal of Psychology, 44. 677-94.

- LEONE, J. /1970/: A mathematical modell for the transition rule  
in Piaget's developmental stages  
Acta Psychologica, vol. 32. hip. 301-45.
- McGUIRE, W.J. /1960/: A syllogistic analysis of cognitive  
relationships  
In: Roseberg, M.J. - Honland, C. I. /Eds./: Attitude  
organisation and change  
New Haven, Conn: Yale University Press, 65-111.
- McLAUGHIN, G.H. /1963/: Psycho-logic: a possible alternative  
to Piaget's formulation  
British Journal of Educational Psychology vol. 33. pp.  
61-7.
- NEWELL, A. - SHAW, J.C. - SIMON, H.A. /1957/: Empirical  
exploration of teh logic theory machine: A case study in  
heuristics.  
Proceedings of the joint computer conference 208-30.
- OSHERSON, D. /1974/: Die kognitive Entwicklung  
Bern. Stuttgart
- SMEDSLUND, P. /1963/: An experiment in conservation  
Cambridge, Mass: Harward University Center for Cognitive  
Studies, Annual Report
- VIGOTSKIJ /1967/: Gondolkodás és beszéd  
Akadémiai Kiadó, Budapest
- WASON, J. /1966/: Reasoning  
New Horizons in Psychology V.2. 115-131.

**Чирикна Цахем Эржебет:**

**Связь логических операций и когнитивного развития  
в некоторых современных исследованиях возрастной  
психологии**

Автор анализирует роль и место исследования логических операций в некоторых исследованиях когнитивной возрастной психологии последних лет.

Различаются три метода подхода. В первом случае – с точки зрения логических операций – рассматривается теория Пьяже относительно всего когнитивного развития.

Во втором случае из стратегии мышления и исследований возрастной психологии, автор выделяет работы Брунера, Выготского, Коуллинса и Квиллиана, где логические операции – не эксплицитно предмет исследования.

В заключение говорится об исследованиях логических операций в узком смысле слова, т.е. об усвоении и развитии операций арифметической логики.

По эмпирическим результатам каждого направления исследования логические операции играют очень важную роль в когнитивном развитии, однако они объясняют лишь одну область развития.

Csirikné Czachesz Erzsébet

Der Zusammenhang zwischen den logischen Operationen und der kognitiven Entwicklung innerhalb einiger aktuellen entwicklungspsychologischen Forschungen

Der Autor analysiert Rolle und Position der Untersuchung logischer Operationen in einigen kognitiven entwicklungspsychologischen Forschungen der letzten Jahrzehnte. Er unterscheidet drei verschiedene Ansätze. Im ersten legt er die Theorie von Piaget, welche sich auf das Ganze der kognitiven Entwicklung bezieht, aus dem Gesichtspunkt der logischen Operationen dar.

Im zweiten hebt er aus den Untersuchungen der Denkstrategien und der Begriffsentwicklung die Arbeiten von Bruner, Vigotsky, Collins und Quillian hervor, in denen die logischen Operationen nicht explizit Objekt der Untersuchung sind.

Schliesslich spricht er über die Forschungen, welche die Aneignung und Entwicklung der im engeren Sinne genommenen logischen Operationen, also der Operationen der symbolischen Logik erörtern.

Gemäss der empirischen Ergebnisse einer jeden Forschungsrichtung spielen die logischen Operationen eine wichtige Rolle in der kognitiven Entwicklung, erklären aber diese Entwicklung nur zum Teil.