

THE PROBLEMS AND THE SCIENTIFIC DEVELOPMENT

Danka Jovev

SOU High School "Slavcho Stojmenski" – Shtip, North Macedonia, djoveva@yahoo.com

Abstract: Scientific development begins with scientific discovery. This is a statement that all scientists will agree with. But before a discovery can be made, that is, before a hypothesis can be formulated, there must be a problem or question to be solved. Problems are the main reason for setting up a given hypothesis that can further lead to a scientific discovery. These problems arise when reality does not conform to existing theories or explanations or when there is a desire or need to investigate certain phenomena in more detail. Also, other types of problems can be ascertained that precede the discoveries, that is, the formulation of hypotheses and that encourage scientists to look for new hypotheses or explanations. Some of the problems that cause scientists to look for new solutions and set new hypotheses that lead to discoveries are: anomalies or inconsistencies in the data; knowledge gaps; contradictions or inconsistencies in existing theories; new technologies and inventions or new discoveries in other areas, etc. The thesis that will be argued in the paper is that the emergence of problems precedes the formulation of hypotheses and this is a fundamental principle in the scientific method. In general, hypothesis formulation is often preceded by a process of problem identification, in which scientists identify areas of knowledge that require further investigation or that raise new questions or problems. The emergence of problems or questions is the starting point for scientific research, and the formulation of hypotheses is a subsequent step in the process. Without problems or questions there would be no need for scientific inquiry, and without hypotheses there would be no way to systematically test and refine our understanding of the world. That is why many thinkers analyse problems because they are essential to the understanding of scientific development. By recognizing and solving problems in scientific research, scientists can refine their theories and advance their understanding of the natural world.

Keywords: scientific development, scientific problems, scientific discoveries, hypotheses, scientific method

ПРОБЛЕМИТЕ И НАУЧНИОТ РАЗВОЈ

Данка Јовева

СОУ Гимназија „Славчо Стојменски“ – Штип, РС Македонија, djoveva@yahoo.com

Апстракт: Научниот развој започнува со научното откритие. Ова е констатација со која ќе се согласат сите научници. Но, пред да може да се дојде до некое откритие, односно пред да се формулира хипотезата, мора да постои проблем или прашање кое треба да се реши. Проблемите се главната причина за поставувањето на дадена хипотеза која понатаму може да доведе до научно откритие. Овие проблеми се јавуваат кога стварноста не е во согласност со постоечките теории или објаснувања или кога се има желба или потреба да се истражат подетално одредени феномени. Исто така, можат да се констатираат и други видови на проблеми кои им претходат на откритијата, односно на формулирањето на хипотезите и кои ги поттикнуваат научниците да бараат нови хипотези или објаснувања. Некои од проблемите, кои се причина научниците да бараат нови решенија и да поставуваат нови хипотези, кои водат кон откритија се: аномалиите или недоследностите во податоците; недостатоци во знаењето; контрадикторности или недоследности во постоечките теории; новите технологии и пронајдоци или новите откритија во други области и др. Тезата која ќе се аргументира во трудот е дека појавата на проблемите претходи на формулирањето на хипотезите и ова е фундаментален принцип во научниот метод. Генерално, на формулирањето на хипотезата често му претходи процес на идентификација на проблемот, во кој научниците ги идентификуваат областите на знаење кои бараат понатамошно истражување или кои повлекуваат нови прашања или проблеми. Појавата на проблеми или прашања е почетна точка за научно истражување, а формулирањето на хипотезите е последователен чекор во процесот. Без проблеми или прашања нема да има потреба од научно истражување, а без хипотези нема да има начин систематски да се тестира и усовршува нашето разбирање за светот. Затоа многу мислители ги анализираат проблемите бидејќи тие се од суштинско значење за сфаќањето на научниот развој. Со препознавање и решавање на проблемите во научното истражување, научниците можат да ги усовршат своите теории и да го унапредат нивното разбирање за природниот свет.

Клучни зборови: научен развој, научни проблеми, научни откритија, хипотези, научен метод

1. BOBED

Научните знаења и размислувањата околу растот на научното знаење се историски значајни концепти со кои се занимавале многу мислителите. Развојот на научното и методолошкото пристапување и истражувањето на природата на светот биле предмет на размислување и дебати во различни периоди на историјата. Од античка Грција па се до ден денес, може да се забележи постојан раст на научното знаење и на методите на истражување со кои се служи науката. Денес, научното знаење се наоѓа во центарот на современата општествена и културна динамика и продолжува да ги развива истражувањата во различни научни области. Концептите поврзани со епистемологија и методологијата на науката остануваат предмет на интерес и истражување за многумина во академската област и пошироко. Општа констатација во научните кругови е дека научниот развој започнува со научното откритие. Но, пред да може да се дојде до некое откритие, односно пред да се формулира хипотезата, мора да постои проблем или прашање кое треба да се реши. Главната причина за поставувањето на дадена хипотеза која понатаму може да доведе до научно откритие, се проблемите. Проблемите, главно, се јавуваат кога реалноста не е во согласност со постоечките теории или објаснувања или кога се има желба или потреба да се истражат подетално одредени феномени. Исто така, можат да се констатираат и други видови на проблеми кои им претходат на откритијата, односно на формулирањето на хипотезите и кои ги поттикнуваат научниците да бараат нови хипотези или објаснувања. Научниците постојано се соочуваат со проблеми кои воедно претставуваат и предизвици коишто ги поттикнуваат да бараат нови начини за разбирање на светот. Некои од проблемите кои се и причина научниците да бараат нови решенија и да поставуваат нови хипотези се:

- *Аномалиите или недоследностите во податоците.* Кога научниците забележуваат несогласност или неочекувани резултати во податоците, тоа може да биде сигнал за потенцијален проблем или нов феномен што бара дополнително истражување и објаснување.

- *Недостатоци во знаењето.* Кога постојат празнини или ограничувања во знаењето, научниците се стимулираат да истражуваат и дополнително да го испитуваат предметот за да ги пополнат овие празнини и да дојдат до нови заклучоци.

- *Контрадикторности или недоследности во постоечките теории.* Ако се појават контрадикторности или несогласности со постоечките теории, тоа ги предизвикува научниците да размислуваат за алтернативни објаснувања и да формулираат нови хипотези кои би можеле подобро да ги опишат фактите..

- *Новите технологии и пронајдоци.* Новите технологии и откритијата во други области можат да отворат нови можности за истражување во дотогаш непознати области или да претстават нови инструменти за проверка и валоризација на истражувачките хипотези.

- *Нови идеи и концепции.* Некои од проблемите произлегуваат од новите идеи и концепции што ги предизвикуваат веќе усвоените верувања и истите ги поттикнуваат научниците да размислуваат за барање на нови начини на разбирање на светот.

Процесот на идентификација на проблемите, формулирање на хипотезите и научно истражување не само што го овозможува научниот развој, туку и создава нови можности за разбирање на природата на реалноста. Ова е динамичен процес што се одвива во научната заедница и го оформува напредокот на знаењето

2. ПРОБЛЕМИТЕ И НАУЧНО - ИСТРАЖУВАЧКИОТ ПРОЦЕС

Во современата епистемологија се појавуваат многу филозофи кои посебно го потенцираат значењето на проблемите во развојот на науката. Во трудот ќе бидат посочени неколку интересни перспективи од кои се разгледува улогата и значењето на проблемите во процесот на напредувањето на науката. Посебно ќе бидат разгледани сфаќањата на Томас Кун, Карл Попер и Лари Лоуд за проблемите и нивното значење и улога во научно-истражувачкиот процес.

- Томас Кун за аномалиите

Карактеристика за сите откритија, според Кун, е тоа што им претходи *свест за некоја аномалија*, односно воочување на одредено отстапување или свест за тоа дека нешто не се случува како што се очекува, дека не се почитуваат правилата и дека работите се одвиваат во погрешна насока. Аномалиите, според него, се вовед во откритието и како примери тој ги наведува: Њутновата теорија на светлината и на боите која се појавила како резултат на тоа што ниедна од постоечките предпарадигматски теории не можела да ја објасни должината на спектарот; термодинамиката била родена од судирот меѓу двете постоечки физички теории од 19 век; квантната механика од разновидните тешкотии што ја опкружувале радијацијата на црните тела, специфичната топлина и фотоелектричниот ефект и др. Кризата која се јавува како резултат на несигурноста која е генерирана од постојаните неуспешни обиди да се најдат соодветни решенија за загатките, доведува до формулирање на нови хипотези и теории. Куновиот модел за развојот на науката е

опишан во неговата книга "Структура научни револуции" (The Structure of Scientific Revolutions) која е издадена во 1962 година. Тука Кун го воведува концептот "парадигма" како општ научен модел или теорија што доминира во одредено време во рамките на дадена научната заедница. Според него, науката често напредува преку циклус на: „нормална наука“, „криза“ и „научни револуции“. Во периодот на нормална наука, научниците работат во рамките на дадената парадигма и се обидуваат да ги решат проблемите и да ги збогатат знаењата во склад со неа. Сепак, со време може да се појават аномалии, несогласувања или нерешени проблеми кои не можат да бидат објаснети со постоечката парадигма. Според Кун, ако аномалиите станат преголеми и неподнесливи, се јавува состојба на криза. Во оваа фаза, старата парадигма е изложена на критика, и може да се појават нови научни концепции или теории, односно парадигми, кои се способни да ги образложат аномалиите. Кога новата парадигма добива прифаќање во научната заедница, тогаш се случува научна револуција. Научната револуција се случува кога старата парадигма е заменета со нова, што води до значителни промени во начинот на разбирање и изучување на природата. Тоа обично се случува кога се појавуваат нови и успешни начини за решавање на проблемите кои старата парадигма не успеала да ги реши, или кога се откриваат сериозни аномалии што не можат да се објаснат во рамките на постоечката парадигма. Кун забележува дека овој процес на промена на парадигмата е тежок бидејќи научниците мораат да ги напуштат долгогодишните верувања и методи во корист на нови пристапи и истражувања. Кун говори и за *загатките* како посебен вид на проблеми кои се карактеристични за нормалната наука. Тие, за разлика од аномалиите, покрај тоа што мораат да имаат сигурно решение, мора да постојат и правила кои ќе укажуваат на патот до тоа решение. Тој загатките ги дефинира како „поседна категорија проблеми кои можат да послужат за проверка на генијалноста или вештината на нивното решавање“ (Кун, 2002: 67). Парадигмите, условно речено, може да се набљудуваат како некое упатство за решавање на научните загатки. Исто како кај загатките и кај сложувалките се знае дека постои решение и од тие причини и играчите се поттикнати да го бараат решението и да се впуштат во решавањето на проблемот. Во спротивно, никој нема да се занимава со нивно решавање. Во голема мера тоа се единствени проблеми кои заедницата ќе ги признае како научни и ќе ги охрабрува нејзините членови да се занимаваат со нив. Другите проблеми, вклучувајќи и многу други кои до пред тоа биле стандардни, ќе бидат отфрлени како метафизички, како грижа на други дисциплини или како премногу проблематични за да им се посветува време (Кун, 2002: 67). Кун посебно се занимава и со *правилата* во нормалната наука и нивното влијание врз решавањето на научните проблеми. За еден проблем да се прогласи за научен, во периодот на нормалната наука, покрај тоа што треба да има решение, потребно е да постојат и правила кои ги диктираат прифатливите решенија и чекорите како да се дојде до тие решенија (Кун, 2002: 69-70). Правилата кажуваат кои се дозволените решенија и кои чекори можат да се направат. Според Кун, најважна категорија на правила се *универзалните генерализации*, т.е. строгите тврдења за научните закони и за научните поими и теориите, а се однесуваат и на останатите категории како што се, на пример, мноштво обврзувања на преферираните инструменти и начинот на кој прифатените инструменти можат да се применуваат (Кун, 2002). Едноставно кажано, при вршењето на експериментите и толкувањето на податоците научникот мора да постапува на посебен начин, мора да направи даден чекор пред да го направи следниот за експерименталната загатка да може да биде решена. Секако, акцентот на Кун на улогата на аномалиите и загатките во научните откритија ќе придонесе до поголема важноста на креативноста и интуицијата во научното истражување.

-Попер за проблемите

За Попер, појавувањето на проблемите е од исклучително значење за развојот на науката затоа што проблемите се причината луѓето да бидат поттикнати да работат и да размислуваат за нив, а тоа понатаму води до поставување на хипотези, односно води до откритијата. Откривањето на проблемите е исклучително значаен елемент кога се говори за растот на научното знаење. Појавувањето на проблемите е причината луѓето да бидат поттикнати да работат и да размислуваат за проблемот. Истражувањето започнува со појавувањето на некој практичен проблем или, пак, проблем кој се појавил како резултат на некоја *теорија која западнала во тешкотија* (Попер, 2001, 59). Значи, според Попер, за да започне некое научно истражување потребно е тоа да биде иницирано од некој проблем, па потоа да се претпостават можни решенија на проблемот, односно да се постави хипотеза. Овие претпоставки можат да бидат побиеани ако се согледа дека не го решаваат проблемот или да се констатира дека само делумно го решаваат проблемот, но понекогаш овие хипотези или претпоставки можат за некое време да ја издржат критиката и експерименталните проверки. Така се доаѓа до заклучокот дека и најдобрите решенија - оние кои можат да ги издржат и најстрогите проверки и најострите критики - брзо даваат повод за нови тешкотии и нови проблеми. Затоа, може да се каже дека *растот на познанието настанува со преминот од старите проблеми кон нови помоќни претпоставки и побивања*. Може да се констатира дека Поперовата филозофија

на науката ја нагласува важноста од идентификување на добро дефинирани проблеми и формулирање на хипотези податливи за испитување. Фокусирајќи се на емпириското тестирање на хипотезите, Попер верува дека научниците можат да постигнат напредок во разбирањето на природниот свет. Може да се резимира дека за Попер науката започнува со проблемите. Проблемите се јавуваат посебно кога сме разочарани во нашите очекувања или кога нашите теории ќе нè вовлечат во тешкотии, во противречности, а противречностите можат да се појават или внатре во теоријата или помеѓу различни теории или како резултат на судирот помеѓу нашите теории и нашите гледања. Проблемите се тие кои нè предизвикуваат да учиме, да го унапредуваме нашето знаење, да експериментираме и да набљудуваме. Затоа науката започнува од проблемите, а не од набљудувањата иако набљудувањата можат да предизвикаат проблеми, посебно ако се неочекувани, односно ако се во судир со нашите очекувања и теории. Свесната задача на научникот е секогаш решавање на проблемот по пат на конструкција на теорија која го решава проблемот. Но, секоја нова теорија која има некоја вредност создава нови проблеми, проблеми поврзани со усогласувањето, проблеми поврзани со управувањето со новите проверки за кои дотогаш не е размислувано. А теоријата, главно, е плодна врз основа на новите проблеми кои ги создава. Така, според Попер, најголемиот придонес на една теорија кон растот на научното знаење се новите проблеми кои таа теорија ги создава. Така се доаѓа до едно гледиште за науката и растот на научното знаење како нешто што секогаш започнува и завршува со проблеми.

- Лодан и неговото сфаќање за проблемите

Лодан посебен акцент става на проблемите. За него науката е активност за решавање на проблеми. Тој го критикува проблемско-решавачкиот пристап на растот на научното знаење на Кун и на Попер сметајќи дека нивните обиди да се приближат кон проблемите се само реторички. Според него, Попер никаде убедливо не покажува како логиката на решавањето на проблемите се однесува кон кој било од техничките елементи на неговата филозофија на науката, како што се побивливоста или емпириската содржина, додека, пак, Кун, од своја страна, порекнува дека „способноста да се реши некој проблем е основа за избор на парадигма.“ Така, Лодан забележува дека и двајцата со едната рака го земаат она што со другата го даваат (Лаудан, 2001: 49). Лодан зборува за два вида на проблеми: *емпириски* и *поимни*. Тој за емпириските проблеми тврди дека е полесно да се илустрираат, отколку да се дефинираат, па така, според него, било што од светот на природата што нè изненадува, што ни се чини чудно или на некој начин треба да се објасни, прави емпириски проблем. Емпириските проблеми се *проблеми од прв ред*. Тие се содржински прашања за предметите кои го сочинуваат доменот на секоја дадена наука, наспроти поимните проблеми, кои се проблеми од повисок ред. Лодан емпириските проблеми ги дели на три вида зависно од функцијата која ја имаат во вреднувањето на теоријата: *нерешени проблеми* (оние емпириски проблеми кои уште ни една теорија ги нема адекватно решено и тие ја означуваат линијата за идните теоретски истражувања); *решени проблеми* (емпириските проблеми кои некоја теорија ги има адекватно решено и тие се во корист на теоријата и ја зголемуваат нејзината вредност); и *аномални проблеми* (оние емпириски проблеми кои некоја посебна теорија не ги решила, но ги решила друга теорија или други сопернички теории. Овие проблеми сведочат против теоријата. Лодан истакнувајќи дека *нерешените проблеми, општо земено, се сметаат како вистински проблеми дури кога повеќе не се нерешени, односно кога ќе бидат решени од некоја теорија*. Сè додека некоја теорија во доменот не ги реши, тие се само *потенцијални* проблеми, а не актуелни (Лаудан, 2001: 56). Понатаму, Лодан зборувајќи за критериумите според кои нешто се смета како *решен проблем*, нагласува дека некој проблем е решен кога, внатре во некој пробен контекст на истражувања, научниците повеќе не го гледаат како неодговорено прашање, т.е. кога веруваат дека разбираат зошто ситуацијата која е претставена со проблемот е таква каква што е. Лодан говори и за честата непостојаност на решенијата на проблемите, што значи дека со тек на времето критериумите за она што се смета за решение на проблемот еволуираат толку многу што она што некогаш се сметало за адекватно решение на проблемот престанува да се смета како такво. Во историјата на многу дисциплини, хуманистички како и природнонаучни, може да се забележи и постепено стеснување и засилување на прагот на кој ќе се признава дека дадена теорија ќе се признае како релевантно решение за даден проблем (Лаудан, 2001: 61-63). Лодан посебно ја нагласува улогата на *аномалните проблеми* и не се согласува со традиционалното гледиште дека појавувањето дури и на една аномалија треба да го принуди рационалниот научник да ја напушти теоријата. Според него, појавувањето на аномалиите буди сомнеж за теоријата која ја изразува таа аномалија, но тоа не мора да значи и нејзино напуштање. За Лодан, еден од најважните видови на аномалии се појавува кога некоја теорија иако е согласна со истражувачките резултати, сепак е неспособна да ги објасни или разреши проблемите кои ги разрешила некоја соперничка теорија. Значи, ако проблемот порано не го решила ни една претходна теорија, тогаш проблемот, едноставно, е нерешен, а не аномален проблем за таа теорија. Проблемот може да се смета како аномален за една теорија само ако некоја друга теорија го решила. Лодан

ги дефинира најважните видови на аномалии на следниот начин: „Секогаш кога емпирискиот проблем **П** го решила некоја теорија, **П** потоа сочинува аномалија за секоја теорија во релевантниот домен која не го решила проблемот **П**“ (Лаудан, 2001: 67). Ако емпириските проблеми се прашања од прв ред за супстанцијалните ентитети во некој домен, **поимните проблеми** се прашања од повисок ред. Поимните проблеми се карактеристика на теориите и тие не постојат независно од теоријата која ги поседува, дури ја немаат ни онаа ограничена автономија која емпириските проблеми понекогаш ја поседуваат. Лодан **поимните проблеми** ги дели на два вида: 1. *Внатрешни поимни проблеми*, кога теоријата пројавува извесни внатрешни несогласности, противречности или кога нејзините основни категории за анализа се заматени и нејасни.. Исто така, внатрешните поимни проблеми настануваат како резултат на *поимната двосмисленост или циркуларноста внатре во теоријата*. (Лаудан, 2001: 85-86). 2. *Надворешни поимни проблеми* има кога теоријата **Т** е во судир или несогласност со некоја друга теорија или учење **Т*** за кое застапниците на теоријата **Т** веруваат дека се рационално втемелени. Односно, кога една теорија логички е несогласна со друга прифатена теорија, тогаш имаме впечатлив пример на надворешен поимен проблем (Лаудан, 2001: 86). Расправајќи за надворешните поимни проблеми Лодан, исто така, посочува три случаја каде тие можат **да настанат**: 1. *Внатрешни тешкотии* кога има напнатост помеѓу две научни теории од различни домени, кога некоја научна теорија дава хипотези кои се неспоиви со хипотезите на друга научна теорија. 2. *Нормативни тешкотии* оние тешкотии кога некоја научна теорија е во судир со *методолошките* теории на релевантната научна заедница. (Лаудан, 2001: 93-96) 3. *Тешкотии поврзани со погледот на светот* се кога научната теорија е во судир со кој било составен дел од доминантниот *поглед на светот*. Овој трет вид на надворешни поимни проблеми настанува кога некоја посебна научна теорија е неспоива (или незајакнувачка) со некој друг корпус прифатени, но *prima facie* воннаучни верувања. Овие тешкотии се слични со внатрешните тешкотии. Проблемите се суштински дел од научното истражување, а научниците мораат да бидат способни да ги идентификуваат и да ги решат за да постигнат напредок во нивните области. За Лодан, научниот напредок не се случува само преку акумулација на докази, туку преку идентификување и решавање на проблемите. Погледот на Лодан за проблемите во науката е значаен бидејќи ја нагласува важноста на критичкото размислување и потребата да се биде отворен за нови идеи и пристапи. Со препознавање и решавање на проблемите во научното истражување, научниците можат да ги усовршат своите теории и да го унапредат нивното разбирање за природниот свет.

3. ЗАКЛУЧОК

Појавата на проблеми или прашања е почетна точка за научно истражување, а формулирањето на хипотезите е последователен чекор во процесот. Без проблеми или прашања нема да има потреба од научно истражување, а без хипотези нема да има начин систематски да се тестира и усовршува нашето разбирање за светот. Затоа, појавата на проблеми претходи на формулирањето на хипотезите во научното истражување. И затоа многу мислители ги анализираат проблемите бидејќи тие се од суштинско значење за сфаќањето на науката и нејзиниот развој. Проблемите играат значајна улога во научниот развој и имаат силно влијание врз напредокот на науката. Важноста на проблемите во научниот контекст се состои во:

-*Генерирање на истражувачки интерес*. Проблемите го поттикнуваат интересот за истражување кај научниците. Кога се појавува несогласност, необјаснет феномен или потреба за дополнителни истражувања, тоа го инспирира истражувачкиот дух кај научникот.

-*Поттикнување на критичко размислување*. Проблемите го поттикнуваат критичкото размислување. Научниците се предизвикани да ги анализираат истражувачките прашања, да ја разберат природата на проблемите и да развиваат логички и рационални пристапи кон нивното решавање.

-*Формулирање на хипотези и теории*. Проблемите служат како основа за формулирање на хипотези и теории. Научниците креираат претпоставки и предвидувања како дел од обидот да ги решат проблемите или да објаснат некој феномен.

-*Провокација на иновации*. Проблемите се често поврзани со непознати области и предизвици, што може да ја стимулира потрагата за нови начини на размислување и иновативни пристапи во решавање на проблемите.

-*Насочување на истражувачки напори*. Проблемите му даваат одредена насока на истражувањето. Тие помагаат во одредувањето на приоритетите во научните истражувања и во определувањето на областите каде што се потребни најголемите напори.

-*Проширување на границите на знаењето*. Проблемите креираат можност за проширување на границите на знаењето. Решавањето на проблемите може да отвори нови перспективи, да доведе до нови откритија и да ги збогати постоечките теории.

-*Креирање на дијалог и заедничка заинтересираност*. Проблемите создаваат можност за дијалог и

заедничка заинтересираност во научната заедница. Решавањето на проблемите обично вклучува тимска работа и споделување на идеи, што креира соработка и заедничка посветеност кон истражувањето. Проблемите, како стартен пункт во научниот процес, не само што го предизвикуваат условите на научниците, туку и го оформуваат самото развојно патување на науката. Тие се стимулатори и катализатори за иновации и напредок во различни научни области.

ЛИТЕРАТУРА

- Chinn, C. A., & Malhotra, B.A. (2018). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 102 (3), 529-547.
- Löden, H., & Pohl, C. (2018). Epistemic Concepts in Science Education: A Historical and Philosophical Analysis. Springer.
- Novaković, S. (1984). *Hipoteze i saznanje*. Beograd: Nolit.
- Petković, V. (2014). *Metodologija naučnog istraživanja*. Beograd: Visoka škola za poslovnu ekonomiju i preduzetništvo.
- Popper, K. (1989). *Conjectures and Refutations*. 5th ed. London: Routledge.
- Piper, M. (2016). *Science, Language, and the Perspective Mind*. Cambridge University Press.
- Toulmin, S. (2003). *Return to reason*. Cambridge : Harvard University Press.
- Williams, M. (2001). *Problems of Knowledge*. Oxford: Oxford University Press.
- Zagzebski, L. (2004). „Što je znanje?“ (prev. D. Telecan), *Epistemologija, vodič u teorije znanja*, John Greco i Ernest Sosa (eds.). Zagreb: Naklada Jesenski i Turk.
- Кун, Т. (2002). *Структура на научните револуции*. Скопје: Магор.
- Лаудан, Ј. (2001) *Прогрес и његови проблеми*. Београд: Институт за филозофију Филозофског факултета Београд.
- Павловиќ, Б. (2004) *Филозофија науке*. Београд: Плато.
- Попер, Карл. (1973). *Логика научног открића*. Београд: Нолит.
- Попер, Карл. (2001). *Непрекината потрага*. Скопје: Магор, 2001.
- Попер, К. (2002). *Претпоставке и побијања. Раст научног знања*. Прев. Драган Д. Лакићевић. Нови Сад: Издавачка књижарница Зорана Стојановића Сремски Карловци.
- https://www.researchgate.net/post/What_are_the_main_problems_in_the_development_of_science, 2023
- <https://www.editage.com/insights/7-major-problems-science-is-facing-a-survey-overview>, 2023
- <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull25-2/25205383740.pdf>, 2023