

科学学习心理学研究丛书

◎ 毕华林 主编

化学反应三重表征 心智模型的研究

HUAXUE FANYING SANCHONG BIAOZHENG
XINZHI MOXING DE YANJIU

张丙香 著



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

科学学习心理学研究丛书

◎ 毕华林 主编

化学反应三重表征 心智模型的研究

HUAXUE FANYING SANCHONG BIAOZHENG
XINZHI MOXING DE YANJIU

张丙香 著

图书在版编目 (CIP) 数据

化学反应三重表征心智模型的研究 / 张丙香著.
— 济南 : 山东科学技术出版社, 2018.12

(科学学习心理学研究丛书 / 毕华林主编)

ISBN 978-7-5331-9648-6

I . ①化… II . ①张… III . ①化学—学习心理
学—研究 IV . ①O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 180010 号

责任编辑: 王鸿飞

装帧设计: 孙 佳

主管单位: 山东出版传媒股份有限公司

出 版 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市英雄山路 189 号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发 行 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市英雄山路 189 号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098071

印 刷 者: 济南麦奇印务有限公司

地址: 济南市历城区工业北路 72-17 号

邮编: 250101 电话: (0531) 88904506

开本: 787mm × 1092mm 1/16

印张: 10

字数: 160 千

版次: 2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月第 1 次印刷

定价: 38.00 元

内 容 简 介

在文献综述的基础上,厘清了化学三重表征的关系、困难、概念与心智模型的关系,及心智模型的功能特点,界定了化学反应三重表征心智模型的涵义,以氧化还原反应为主题,构建了化学反应三重表征心智模型。在研究过程中,开发了测查高中生氧化还原反应三重表征心智模型的问卷,并开展了半结构访谈,随机抽取了某高中三年级的学生,有效地诊断出高中生氧化还原反应的心智模型类型及其分布,使调查结果具有良好的信度和效度。此外,还分析了高中生化学反应三重表征心智模型的主要影响因素、使用偏好,揭示了不同年级学生心智模型类型的差异、学优生和学困生的差异。在此基础上,对化学课程编制、化学教学提出了建议,并对后续问题进行了展望,希望对深化此领域的研究有借鉴和启发作用。

CONTENTS 目 录

第一章 概念理解与化学三重表征

第一节 化学概念的界定及特点.....	2
一、化学概念的界定	2
二、化学概念的特点	5
第二节 化学概念理解.....	7
一、概念理解的界定	7
二、概念理解的表征理论	9
第三节 化学三重表征理论.....	12
一、化学三重表征的界定	12
二、化学三重表征的关系	18
三、化学三重表征的困难分析	22

第二章 化学反应三重表征心智模型的构建

第一节 心智模型的理论研究.....	28
一、模型的含义	28
二、心智模型界定的研究综述	29
三、心智模型的形成机制	31
四、心智模型的特点、功能	34
五、心智模型的界定	36

第二节 化学反应三重表征心智模型的已有研究	40
一、化学反应三重表征心智模型研究的必要性分析	40
二、国外关于化学反应三重表征心智模型的已有研究	44
三、国内关于化学反应三重表征心智模型的研究	47
第三节 化学反应三重表征心智模型的理论构建	48
一、化学反应三重表征心智模型构建的理论基础	48
二、化学反应三重表征心智模型的界定与功能	53

第三章 氧化还原反应三重表征心智模型的实证研究

第一节 氧化还原反应三重表征心智模型的研究框架	58
一、研究目的	58
二、研究内容	58
三、研究思路	58
四、研究方法	61
第二节 氧化还原反应三重表征心智模型的问卷编制	62
一、调查问卷编制和半结构访谈纲要形成的流程	62
二、氧化还原反应相关概念分析	63
三、学生关于氧化还原反应概念的相异构想	69
四、科学史上经典的氧化还原反应心智模型类型	70
五、调查问卷的形成	72
第三节 高中生氧化还原反应三重表征心智模型的测查	75

第四章 氧化还原反应三重表征心智模型的调查分析与结论

第一节 调查问卷的数据统计与分析	78
一、高中各年级学生心智模型类型及其分布	78
二、高中各年级学生三重表征心智模型的主要影响因素分析	83

三、高中各年级学生使用心智模型的偏好分析	92
四、不同年级间学生心智模型类型的差异性分析	95
五、学优生和学困生的差异分析	103
第二节 研究结论	115
一、研究结论	115
二、研究结论与已有文献的比较与分析	117
第三节 化学三重表征心智模型的影响因素分析与建议	119
一、影响学生三重表征心智模型的因素分析	119
二、对化学反应教学与学习的建议	123
 第五章 研究展望	
一、对化学反应三重表征心智模型生成的认知	130
二、任务内容与类型对心智模型应用的影响	130
三、微观表征的呈现	131
四、建构基于化学反应三重表征心智模型的教学模式	132
参考文献	134
附 录	142
后 记	151

第一章

概念理解与化学三重表征

化学概念理解是化学学习的重要内容，从表征角度阐述概念理解是认知心理学研究的新议题。化学三重表征理论为化学教与学提供了一条具有学科特色的教学和学习思路，是表征理论在化学学科的具体应用。

通过文献梳理，界定了概念和概念理解的涵义、化学三重表征的涵义、化学三重表征的关系、化学三重表征的困难。从外部表征看，化学三重表征是指化学宏观世界、微观世界和符号世界知识的外在呈现形式；从内部表征看，化学三重表征是指这三类知识在个体头脑中的加工和呈现形式。我们主要是取其内部表征的涵义，化学概念理解意味着建构起适当的化学三重表征。本章的阐述，会让读者对概念理解和化学三重表征理论有清晰的了解。

概念是意义形成和思维的基本单位,概念理解是学校课程教育的重要内容,是所有学习的起点,能够帮助学习者更好地认识世界,因此概念理解的研究至今都是教育界的研究热点问题。

化学概念的理解对学生而言非常困难,这是由化学概念自身的学科特点决定的。理解物质变化的宏观现象必须和物质变化的微观本质相联系,必须理解和熟练应用表达化学物质及变化的各种符号。因此,化学教学不仅要呈现化学概念宏观、微观、符号三个方面的表征,还要提供给学生三个层面间的联结,这使得化学概念理解非常困难。相关文献研究也证实了这一点。

化学概念三重表征理论为化学教与学提供了一条具有学科特色的教学和学习思路,逐渐引起了国内外学者的兴趣和重视。在 Johnstone 提出化学三重表征后,经过 Treagust 和 Gabel 等学者的发展,逐渐成为化学教育研究中一块重要的研究内容。

第一节 化学概念的界定及特点

一、化学概念的界定

对于概念的涵义,可以说是仁者见仁。从科学哲学的观点来看,概念是独立于个体而存在的反映一类事物本质特征的客观知识,是构成科学理论的基础。科学哲学家 Kuhn 提出的范式理论和科学革命比较有代表性。在 Kuhn 看来,范式是一种基于本体论、认识论和方法论基本原则之上的,科学家共同体所共同接受的一组假说、理论、准则和方法的总和,这些东西在心理上形成科学家的共同信念。Kuhn 认为,范式是某一科学领域内获得最广泛共识的共同准则,科学概念应当被看作是一种范式。范式在一段时间一定程度上具有公认性;范式具有科学体系的基本模式、基本结构与基本功能,能为科学家提供一个研究框架;范式可以作为一个可模仿的先例。例如,在 17 ~ 18 世纪,科学家都比较认同燃素

说,燃素说作为一个科学概念,代表了那段时间科学家对燃烧现象的共识,可以用来合理地解释燃烧现象。当范式改变,就会导致科学革命,一种理论取代另一种理论。Kuhn 提出的科学革命发展理论是:前范式科学(经过竞争而建立起范式)——常规科学(反常与危机使既有的范式发生动摇)——科学革命(经过竞争与选择而建立起新范式)——新常规科学……例如,到了 18 世纪末期,Lavoisier 发现了氧气的存在,证实了氧化反应的发生,提出了燃烧的科学解释——氧化学说,氧化学说成为 18 世纪末期科学家共同体用来解释燃烧现象的范式,从而建立起新的理论体系。

可以看出,在 Kuhn 的范式论里,科学概念是一种范式,科学概念的转变,会导致科学理论的革命,产生新的理论体系。范式主要指向的是科学家共同体使用的概念,对学习者的而言,范式就意味着科学课程要学习的内容,是已经存在的知识体系。

心理学的观点,通常认为概念是思维对象的本质属性在头脑中的反映。所谓本质属性也称之为定义属性、相关属性、关键属性,反映了概念的内涵,是概念成为自身并与其他概念区别开来的最低限度,是概念本质的规定性;与本质属性相对的,是非本质属性,或称之为可变属性、无关属性、非关键属性。因此概念有本质属性和非本质属性两种属性,概念理解就是能正确辨别概念的本质属性。

化学是一门与日常生活息息相关的学科,如氧气、燃烧、合成、微粒等词语在日常生活中也常常提及,学习者对这些概念通过日常生活经验自发形成了一定的认识,通过这种方式习得的概念,被苏联心理学家 Vygotsky 称为日常概念或自发概念,而科学概念或非自发概念不能通过观察自发形成,Kuhn 的范式就是科学概念的范畴。从表征的观点来看,概念是一种心理表征,包含着对某个或某类事物的结构信息,这种信息使这个或这类事物不同并相关。概念理解的过程就是在头脑中建构适当的心理表征的过程。

与 Vygotsky 的概念分类相类似,美国的 Ausubel 将概念分为初级概念和二级概念。初级概念是学生对可感知的具体事物和事物中抽象概括出来的概念,二级概念是通过下定义的方式描述出概念的标准属性。Dewey 也将概念看作是具有参照标准的一般观念。Gagne 将概念分为具体概念和定义概念两种。具体概念是指可以通过观察得到的概念,如鸟的概念;定义概念是指无法直接观察到,必须

根据定义来学习的概念，如原子的概念。

为了更加形象地说明概念的涵义，心理学家将概念外显为四个方面：概念名称、概念定义、概念例子和概念属性。概念名称是指表征概念的文字或者符号，通常用一个特定的字或者词组来表达，如水、电子等。概念定义是指对于一种事物的本质特征或一个概念的内涵和外延所作的确切表述。最有代表性的定义是“属+种差”定义，即把某一概念包含在它的属概念中，并揭示它与同一个属概念下的其他种概念之间的差别。如“人”在“动物”这一属概念下，人和其他动物的差别是“能制造生产工具”，从而得出“人是能制造生产工具的动物”这一定义。概念例子是指能代表这一概念的正例或反例，如二氧化碳是纯净物，空气不是纯净物。概念属性是指概念的本质特征，如“化合物能够在水溶液或熔融状态下电离产生自由移动的离子”就是电解质的概念属性。从以上论述，我们可以知道，概念理解的本质是要掌握概念的本质属性，掌握概念本身以后再用符号表示与它在意义上等价的概念。当术语或符号开始代表一个概念时，它们就变成了概念名称，成为更加抽象和概括化的内容，只有知道了概念的本质属性，才知道概念本身，概念名称的学习才有意义。用以代表概念的符号更概括，更易于交流和运用，但是将概念学习等同于名称学习或定义学习却是不全面的，概念理解也不能简单地理解为概念名称的表征学习。若是给学生呈现概念的名称和定义，没有将概念的本质属性和学生已有的知识经验联系起来，那么势必会造成学生概念理解的困难。例如，当前很多教师将“化学反应”“氧化”“化合价”等这类概念名称当作概念本身，将其定义呈现给学生，那么学生的概念表征就缺乏了概念本质的内容，而实际上，这些概念名称所指代的那些东西才是概念的本质属性，才是概念本身。

无论如何界定和划分概念类型，概念都是借助于一个专有名词或符号来表征的。研究者也发现，概念的专有名词或符号也有日常涵义和科学涵义两种类型。如我们通常说的燃烧概念，日常涵义中有着火的意思，而科学涵义是指发光发热的激烈的化学反应。学生在日常生活中自发产生了许多概念即日常概念。日常概念有很多实际经验为基础，而科学概念的经验对学生而言却很少，因此科学概念很抽象，这就造成了在科学教育中，这些日常概念并不会因为科学概念的教学而彻底消失，从而形成了科学概念理解的困难。

本文中所说的概念和化学概念是指上述类型中的科学概念、定义概念、二级概念,具体而言是指化学教科书中出现的所有概念。由于化学是一门与生活息息相关的课程,所以很多化学概念都在日常生活中接触过,如燃烧、溶液、氧气等,这些日常生活中形成的概念属于日常概念、初级概念、具体概念。科学教育研究认为,学生能够通过日常生活的接触抽象得出化学概念的一些属性,这些属性有可能会被学生误认为是化学概念的本质属性,但实际上,大多数化学概念只有通过定义学习才能形成科学概念。

在科学教育领域,研究对象指向于学习者,研究内容就是科学概念在学习者头脑中的反映,心理学通常用命题、图式、心智模型等来表达学习者概念理解的结果。由于科学概念习得前,学习者有很多的日常经验,会出现不同的理解困难,因此概念转变、相异构想、学习进阶、心智模型等成为概念理解研究中的内容。

二、化学概念的特点

作为自然科学的一个分支,化学是一门历史悠久而富有活力的学科。

从某种意义上说,自从人类学会了使用火,就开始了最初的化学实践活动,开展了烧制陶器、冶炼金属、染色等活动,这是化学的萌芽时期。大约从公元前1500年到公元1650年,化学处于“丹药时期”,主要是炼金术士或炼丹术士们的炼金或炼丹活动,化学一词最早的含义就是“炼金术”。这些炼丹和炼金的活动,实现了物质间的相互转换,形成了新的物质,其实验手段和工具也对后来化学学科的建立奠定了丰富的实践基础。从1650年到1775年,是近代化学的孕育时期。这段时期,燃素说占据了主要地位,将化学从炼金术中解脱出来,虽然燃素说是错误的学说,但是在那个阶段仍然发挥了重大的历史作用。从1775年到1900年,是近代化学的发展时期。化学从实验化学进入定量化学时期,主要标志是Lavoisier元素概念的提出结束了燃素学说,随后Dalton提出原子学说。化学作为“学科”进入学校体制的教育教学活动则延迟到19世纪中叶,恰为化学分支(二级学科)建立之后。从19世纪中叶起,发达国家的高等和中等教育相继设置化学课程,我国于1865年起开始在学校设化学课程。可以说,“化学教育”作为我国教育系统的一个子系统,以化学课程为中介的运作、发展,并在实践中发挥它的启智育人等功能,大体上经历了150多年时间。

虽然化学及其学科教育的历史悠久,但对于化学的定义至今并未统一。如《美国科学技术百科全书》(AEST)提到,“化学是研究物质的性质、组成和结构,研究物质所发生的结构和组成的变化,以及随之产生的能量变化的科学”;《中国大百科全书化学卷》定义化学为“研究物质的性质、组成、结构、变化和应用的科学”“化学主要是在分子、原子或离子等层次上研究物质的组成、结构、性能、相互变化以及变化过程中能量关系的科学”。

尽管不同时期、不同学者对化学的定义不一致,但就其科学本质而言,化学是在原子和分子水平上研究物质的组成、结构、性质及其相互转化的规律。化学特有的研究对象,决定了化学学科基于实验的,既涉及物质微观本质,又涉及物质宏观属性的学科特点。因此化学学科具有许多与其他科学学科不尽相同的特点。

基于化学学科的特殊性,化学概念学习必然会体现出特有的化学学科的思维方式。从化学学科的特点我们可以看出,化学概念通过化学符号从微观本质上阐述物质的结构,用来解释物质的宏观属性,对化学概念的理解就必然涉及物质的微观结构、宏观属性和化学符号在头脑中的表征,因此三重表征的思维方式充分体现了化学的学科特点,也是化学学习的必然要求。

对于化学中的多重表征有很多不同的说法,其中以苏格兰的 Johnstone 提出的宏观表征、微观表征和符号表征三重表征理论影响最大。正如 Gilbert 和 Treagust 所称,三重表征已经成为化学教育研究的理论基础,指导着世界各地化学教师的教学和课程、软件、教材编制者的工作。三重表征还影响了科学教育中建模和可视化的讨论。山东师范大学毕华林教授指出,化学作为研究物质组成、结构、性质及其变化规律的一门学科,既研究物质宏观上的性质及其变化,也研究物质微观上的组成与结构,而化学符号则是化学研究和交流的工具,化学学科的内容特点决定了化学概念学习中,学习者必然要从宏观、微观和符号等方面对物质及其变化进行多种感知,从而在学习者心理上形成化学学习中特有的三重表征形式——宏观表征、微观表征和符号表征。

化学三重表征是化学学习中最具学科特点的思维方式已经越来越成为人们的共识,三重表征的质量直接影响化学概念理解的结果。

第二节 化学概念理解

一、概念理解的界定

Bloom 在其《教学目标分类学》中对“理解”进行了阐释：知识、理智能力、理智技能。其中，将理智能力与理智技能分为下几个亚领域：领会、运用、分析、综合及评价。

Anderson 对 Bloom 的教学目标分类学进行反思，吸取当代认知心理学的研究成果，对 Bloom 教育目标分类学进行了修订，把教育目标框架分为知识、认知程度两个维度，认知程度维度又分为：记忆、理解、应用、分析、评价、创造。其中对理解的界定是从口头、书面和图形等传播的教学信息中建构意义。理解可以分为解释、举例、分类、总结、推断、比较和说明。

基于以上论述，理解也是有层次的，既有高层次的深度理解，如比较、评价等，也有低层次的浅层理解，如领会、解释等，这说明理解的含义比较宽泛，但对思维水平的要求比较高。

概念理解就是对概念要达到的理解程度。这种概念理解观一个很经典的案例就是 TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study, 国际数学与科学教育趋势调查) 对概念理解的陈述，它通过行为动词将概念理解具体界定为：举例说明、比较/对比/分类、表征/建模、关联、提取/应用信息、寻找解决方案、说明。

在心理学中，从行为主义到建构主义对“理解”的界定是不一致的。如行为主义的联结理论认为，通过联结人们可以获得对相关事物关系的知识，利用旧联想形成新联想就是理解。学习就是“刺激—反应”建立联结的过程。格式塔学派则认为，理解即顿悟。认知主义心理学的代表人物 Piaget 认为，概念理解的过程就是概念与个体已有知识经验发生同化或顺应的过程。认知心理学强调新旧知

识的联系是有意义的、非人为的、实质性的，强调有意义的学习。建构主义学派认为，个体根据自身的知识经验，在一定情境下，借助他人的协作活动，自主建构知识的意义，这种通过意义建构的方式获取知识的过程就是理解。

目前，现代认知心理学的表征理论或心智模型理论对概念理解的探讨引发了人们的广泛关注。他们认为理解就是将新的知识信息与已有知识结构或图式相互结合起来，理解就是在个人头脑的记忆系统中建立了某一概念及其和其他概念之间联系的适当表征。如著名认知心理学家 Anderson 认为：通过多种方式的应用，我们从自己的经验中获得知识，认知才得以进行。理解知识如何应用的前提是理解它如何在人脑中表征的。又如 Halford 所指出的：有关孩子的一个最重要的观点是，他们是非常有组织力的、有理解力的以及有适应力的。他们有能力获得有关他们周围世界的大量信息，并且能够以一种既富有意义又能够给养他们去解决大量的、无法预期的问题的方式去表征和解释这些信息。……如下的问题就显得非常有意思并且具有挑战性，那就是孩子们是怎样获取信息的？他们是如何去表征这些信息的？并且他们是如何运用这些信息去建立问题解决技能的？所以，这即是要去解释清楚，为什么孩子们是以他们自己的方式去理解事物的，以及他们是如何在问题解决中运用这样的理解的。

现代认知心理学认为，概念理解意味着学生建立概念的恰当的内部表征。相对于将学生划分为理解概念和不理解概念两类，通过表征理论或心智模型理论去解释学生知识建构的过程与结果、分析学生对概念的表征情况更加有意义。

教育学中对概念理解的界定更多的是关注概念理解的宏观结果和表现，心理学则更关注概念理解的微观心理机制。我们更倾向于借助现代认知心理学的已有研究成果来深化教育研究，探究概念理解背后的心理历程，这对于我们的教与学都具有启发意义。鉴于此，我们借鉴了表征理论的已有研究成果，来界定概念理解的涵义。概念理解意味着具有一个内在的认知表征或心智模型，它反映了这个概念的结构。如果个体理解了这一概念，他就具有表征概念的独特方式，并能对其进行处理，这种个体差异性也就意味着个体具有的心智模型类型的多样性。概念心智模型的类型会影响到我们问题解决和获得新知的方式。

二、概念理解的表征理论

现代认知心理学中的概念表征问题,探讨的是概念如何被获得、储存、转化和使用,这就是表征的实质——观念、事件和事物在头脑中是如何被储存和被概念化的。Kaput 认为任何一种特定的表征必须能说明:(1)被呈现的世界;(2)呈现的世界;(3)被呈现的世界的特定面向;(4)被呈现的世界和呈现的世界间的对应。由此可见,表征是将事物转换成另一种具体或抽象的符号的重新呈现,被呈现的事物可以是真实的也可以是想象的,表征通过符号与指代物的联结而获得自身的意义。

对概念理解的机制,有两种主要的表征观点:相似说和理论说。

相似说认为概念是从多个例子中分离出相似性形成的。概念是特定对象、符号或事件的集合,它们具有相同的属性,能够被特定的名称或符号作为它们的代名词。概念是对原型的总结性描述,原型具有独立、不同权重的特征。例如,对于气体这个概念,氧气比氮气更具有代表性。一个概念有很多不同的范例,相似说认为人们依据定义或规则来分类范例。这些范例可以被用来作为分类新范例的多重表征。例如对于球这个概念来说,一个篮球可能与其他篮球、足球或者排球匹配,而一个壁球可能与网球、高尔夫球或者棒球匹配。

相似说的一个经典案例是 Hull 的“辨认学习”研究。Hull 提出概念就是人对于含有一些共同因素(或性质)的不同实体所做出的相同的心理反应。他设计了一些实验,用以验证这一假说。其中一个有代表性的实验叫作“辨认学习”。实验中要求被试学会用 6 个无意义音节分别代表 6 组含有不同偏旁的汉字。这些无意义音节被作为 6 个新概念的文字符号,而 6 个与 6 组汉字分别对应的偏旁就被作为 6 个新概念的具体内容(如:在第一组材料中,无意义音节为“ ∞ ”,概念的具体内容为“氵”,该组汉字为沛、泳、流、洲、渊)。Hull 观察到,被试的正确反应率随实验的进程而提高,其正确反应就是被试能够不断地给予每一个含有相同因素(偏旁)的不同实体(汉字)以相同的反应(给出同一无意义音节)。Hull 认为,儿童或成人学习概念,就是学习对含有相同性质的东西做出相同心理反应的过程,具体说就是通过不断的经验积累,学会用同一个词来代表含有共同属性的事物的过程。

相似说把概念看作是多个属性的清单,没有考虑到属性之间、概念之间的关系,因此无法充分解释概念的意义建构、推理与交流功能,换言之,概念理解肯定能识别概念的本质属性,但是识别概念的本质属性并不是概念理解的原因。就如 Medin 所说的那样,相似性可能是概念形成的副产品而不是原因,他使用一个类比形象地说明了这一点,获胜的篮球队一个共同之处是他们都会比对手取得更多的分数,但是我们要找到更基本的规律来解释他们为什么能取得更多的分数。从这种观点出发,概念理解就是通过对概念本质属性的识别、辨认和类化,辨别正反例。当一个人能够正确地把一个概念所有的正例识别为正例,把所有的反例识别为反例,就可以说是理解了概念。

理论说认为概念是由人们关于世界的理论组织起来的,概念的表征被认为是属性、例子、概念之间的联系。一个完整的定义有概念的名称、概念的相关属性以及相关属性的联结词组成。概念的属性是概念定义的中心,概念学习的本质是对概念属性的辨认。很多实证研究证明,定义对概念学习非常重要,学习定义的学生在进行分类、填空、同义词选择等任务上的表现要明显好于没有学习定义的学生;既学习概念的正反例又学习定义的学生比那些只学习正反例的学生表现要好;概念的定义能显著降低概念学习时对例子的需求。然而,能够说出定义并不能说明学生理解了概念,学生还必须能辨别出正反例,或者在新情境中应用概念解决问题。反过来也一样,学生理解了概念不一定能说出概念的定义。概念理解还需要正反例的辨认,如果说概念理解本质上是对概念属性的学习,那么例子就是概念属性的具体化和形象化,正反例的辨认是概念学习不可或缺的一种方法,其教育价值早已被公认。正例是概念集合下的成员,具备概念所有的相关属性;反例不是概念集合下的成员,缺乏概念一个或多个相关属性。关于例子的研究结论是:按照例子的特征来组织教学;正反例应该互相匹配,正例之间差距大,由简至繁来呈现例子;正反例的比率应该是 1:1,例子数量视具体情况而定。

概念的理论说考虑了例子、属性和概念间的关系,在解释概念的形成上更有说服力,但是理论说的模糊性也经常受到研究者的批评,如一个例子怎么被归为一个类别,如何解释通过经验例子来学习概念?为了更好地解释概念理解,可以结合相似说和理论说的合理之处,如“概念定义+原型”。

无论是概念定义还是原型,人们均使用多种形式的表征方式。总体上来讲,