

陈立华

魏淑娟

王晓松

◎ 著

脑科学·思维·教育丛书

温寒江 主编



小学数学

思维
训练
与
能力
培养



教育科学出版社
Educational Science Publishing House



『学习与思维』课题25年研究成果选集 小学卷

脑科学·思维·教育丛书

小学数学

思维训练与能力培养

陈立华
魏淑娟
王晓松

◎ 著

教育科学出版社
· 北京 ·

出版人 李 东
项目统筹 郑 莉
责任编辑 郑 莉
版式设计 刘 莹 沈晓萌
责任校对 贾静芳
责任印制 叶小峰

图书在版编目 (CIP) 数据

小学数学思维训练与能力培养 / 陈立华, 魏淑娟,
王晓松著. —北京: 教育科学出版社, 2016. 5
(脑科学·思维·教育丛书)
ISBN 978-7-5191-0084-1

I. ①小… II. ①陈… ②魏… ③王… III. ①小学数
学课—教学研究 IV. ①G623.502

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 285443 号

脑科学·思维·教育丛书
小学数学思维训练与能力培养
XIAOXUE SHUXUE SIWEI XUNLIAN YU NENGLI PEIYANG

出版发行 教育科学出版社

社 址 北京·朝阳区安慧北里安园甲 9 号

邮 编 100101

传 真 010-64891796

市场部电话 010-64989009

编辑部电话 010-64981357

网 址 <http://www.esph.com.cn>

经 销 各地新华书店

制 作 北京金奥都图文制作中心

印 刷 保定市中华美凯印刷有限公司

开 本 165 毫米×239 毫米 16 开

印 张 17

字 数 210 千

版 次 2016 年 5 月第 1 版

印 次 2016 年 5 月第 1 次印刷

印 数 1—2 000 册

定 价 40.00 元

如有印装质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。



谨以此丛书献给
25
年来所有参与本课题研究的老师们！

脑科学·思维·教育丛书
“学习与思维”课题25年研究成果选集

顾 问：陶西平

主 编：温寒江

副主编：杨志成 连瑞庆

委 员（按姓氏笔画排序）：

马成瑞 马芯兰 王力今 王迎春 王俊英

田国丽 连瑞庆 杜 玫 杨志成 吴文漪

吴 秀 陈立华 陈爱蕊 陈 崑 周 晔

郑蔚青 赵新宇 徐锡祺 桑海燕 董素艳

曾 晖 温寒江 戴敏敏 魏尚洁 魏淑娟

秘 书：李 军 李文鸾

一项有战略意义的研究

全面实施素质教育是为了适应现代社会对人的素质的需要，也是为了适应现代社会中人的自身发展的需要。提出提高人的全面素质，当然是针对原有教育模式中存在的全面的地方，这些不全面的地方主要是指对培养人的创新精神和实践能力重视不够。因此，改革人才培养模式，加强对人的创新精神和实践能力的培养就成为实现全面素质教育的重要课题。

培养创新精神的关键是培养人的创新思维，而这一过程实际是开发人的潜能，特别是开发人的大脑潜能的过程。现代脑科学的研究已越来越被各国政府和科学家所重视，因为从某种意义上说，一个国家的综合国力取决于经济实力，经济实力取决于科技实力，科技实力取决于创新实力，创新实力取决于人才实力，而人才实力则取决于人脑功能的开发水平。因此，加强脑科学的研究以服务于人脑潜能的全面开发

就成为综合国力竞争的有战略意义的重点。

我国著名教育家温寒江同志，多年以来，以其深厚的教育理论素养和丰富的教育实践经验，根据脑科学研究成果指导了形象思维的研究与教育改革实验，并取得了重大进展。近几年，又将脑科学应用于基础教育中培养创新精神的理论与实践的研究，取得了可喜成果，这套丛书就是这一成果的展示。本丛书凝聚着许多优秀教育工作者进行的理论与实践探索的心血与智慧，无论对全面教育改革，还是学科教学论的发展，都会产生重要的影响。

我衷心希望，培养创新精神的研究会有助于教育的创新，会有助于从更深的层面上理解和实践全面素质教育的深刻内涵。

陶西平

2010年3月

一、教育的困惑

新中国成立 60 多年来，我国教育事业有了很大的发展，取得了巨大的成绩。但是，我们也看到，当前中小学课堂教学相当普遍地存在枯燥乏味、抽象难懂、死记硬背、高分低能的现象。教育还不能适应经济社会发展的形势，还不能适应国家对人才培养的要求。问题的症结在哪里？教育理论是否存在缺失？教学改革路在何方？对此，我们常常感到困惑。

二、脑科学的启示

20 世纪 70 年代末至 80 年代，是思想解放的年代。在对教育问题的思索中，有几件事情对我们的影响是深刻的。首先，《毛主席给陈毅同志谈诗的一封信》发表后，在毛主席肯定形象思维的鼓舞下，文艺界展开了新中国成立以来第三次关于形象思维的大讨论，

对形象思维在文艺中的作用，文艺界取得了比较一致的共识。其次，我国著名科学家钱学森，大力提倡形象思维，把形象思维作为人类思维的基本方式之一，并建议把形象思维作为思维科学研究的突破口。最后，美国心理学家 R.W. 斯佩里对裂脑人的实验研究，揭示了大脑两半球功能的不对称性和右半球的许多高级功能，获得了 1981 年诺贝尔生理学或医学奖。

裂脑人的实验成果表明，人们可以用语言（概念）来思维，也可以用非语言的表象来思维。从而打破了行为主义心理学研究行为而不研究意识（思维）的禁区，也打破了“只有唯心主义者……才能谈到没有语言的思维”（斯大林语）的神话，大大解放了人们的思想。

斯佩里的裂脑人的实验和钱学森的倡导，使我们对教学改革的思索，聚焦到脑科学、思维、教育这三者的结合上来，以脑科学的新成果为依据，探索一条教学改革的新路。

脑科学和教育科学是两个不同领域的学科，脑科学成果在教育中的应用，要找到结合点或切入点。我们选择的切入点是“思维”。因为思维既是脑科学的重点研究内容，又是学习科学的核心。思维是这两个学科最大的共同点。这样，我们的课题就直接把脑科学关于思维、表象、记忆、语言学习等重要研究成果，同中小学的各科教学、同人的全面发展联系起来。

我们的课题是北京市哲学社会科学“八五”、“九五”、“十五”、“十一五”规划重点课题。“八五”课题名称为“开发右脑，发展形象思维的教学实验与研究”，“九五”、“十五”为“发展形象思维的理论研究与教学实验”，“十一五”为“学习中思维的全面、协

调和可持续发展研究”，总称为“学习与思维”。1998年春，我们有幸向李岚清副总理汇报课题研究的进展和阶段成果，李岚清副总理对课题研究的充分肯定和重视，使课题组全体成员受到莫大的鼓舞。

三、时代·问题·目标

(一)问题

马克思说：问题就是公开的、无畏的、左右一切个人的时代声音。

我们正处在建设富强民主、文明和谐的社会主义现代化国家，实现中华民族伟大复兴的时代。我们又处在人的思维方式、社会媒体深刻变革的时代。

处在这样一个伟大的时代，我们怎样把握教育的问题？当前教育存在的问题是什么？在课题开始时，我们并不十分清楚。其原因正如古诗所说，“不识庐山真面目，只缘身在此山中”。随着研究的深入，特别是“十一五”期间，在科学发展观的指导下，我们开展学习过程中思维全面、协调、可持续发展的研究，对当前教育存在的主要问题清晰了。概括起来，可以从教学实践和学习理论两个方面来说。

在实践上，课堂教学相当普遍地存在四种现象：枯燥乏味，抽象难懂，死记硬背，高分低能。

在理论上，可以从以下四个方面进行阐述：

(1) 从学习与发展的内涵来说，人的全面发展（德、智、体、美）内在联系的机制是什么？为什么说科学与艺术是相通的？

(2) 从学习与发展的顺序来说，学习从已知到未

知，新旧知识(技能)内在联系的机制是什么？(目前国外有多种学习迁移理论，但没有统一的学习迁移理论)

(3)从学习与发展的层次来说，技能、能力、创新能力内在联系的机制是什么？能否培养中小学生的创新能力？

(4)从学习与媒体的关系来说，当代信息技术迅速发展，信息技术(网络、多媒体)如何同学科教学整合？

这四个问题是教育理论的基础性问题。这几个问题解决了，学习的其他一些重要问题，如认识活动与身心发展、知识的理解、学习的效率、学习可持续发展等问题，也就比较容易解决了。

我们的研究表明，上述当前教育存在的问题，其根源在于忽视思维或思维的片面性。

(二)目标

课题研究有以下三个目标：

(1)全面发展思维；

(2)教会每一个学生，使学习可持续发展；

(3)培养能力、创新能力，让青少年智力得到最佳发展。

四、教学必须深入改革

20多年来，课题研究以马克思主义认识论和科学发展观为指导，以脑科学的新成果为依据，全面发展思维，深入教学改革，探索一条教学改革的新路——教学改革的回归与创新。

所谓“回归”，我们认为，当前教学的改革，应从

各种忽视思维、脱离思维的学习理论及其影响中，回到学习的基本命题即学习与思维上来。正如温家宝同志所指出的：“教学改革还要回到学、思、知、行这四个方面的结合，就是学思要联系，知行要统一。”所谓“创新”，就是学习落实科学发展观，以思维的全面、协调、可持续发展为核心，走学习可持续发展、最佳发展的创新之路。

五、改革的思路、方法与成果

我们研究的思路是：在学习过程中，开发大脑潜能(开发右脑)—发展形象思维—思维的全面发展—思维的全面协调可持续发展—学习的可持续发展。通过发展思维，把教育与脑科学有机地结合起来。

我们研究的基本方法是：理论结合实践，我们采取边研究边总结的方法，把理论研究和教改实验结合起来。理论研究的成果为教学实验提供依据，学校改革实践又检验与丰富了理论研究的成果。

20多年的研究与实验取得了丰硕的成果。

(1)我们在理论结合实践下，用中国的学术话语，解决并回答了当前教育存在的上述问题，完成了课题研究的目标。

(2)编辑出版了40多本理论研究与教学实验的成果，其中有总课题出版的专著、论文集31本，实验学校出版的专著、校本教材12种。

《脑科学·思维·教育丛书》是从上述课题成果中精选出来的研究成果。

课题的研究工作得到了中央和北京市教育部门的

领导，得到了北京市社科联、北京市哲学社会科学规划办公室、北京教育学院、北京市教育学会的关心和大力支持。清华大学美术学院教授、博士生导师史习平先生听闻“学习与思维”课题 25 年研究成果选集出版在即，特为此治印祝贺。在此，谨对本课题的研究、实验、出版给予关心、支持和帮助的领导、专家、学者和有关工作人员致以衷心的感谢！

本丛书由北京市社会科学理论著作出版基金资助出版。

温寒江

2014 年 12 月

“学而不思则罔，思而不学则殆。”这是两千多年以前，大教育家孔子提出来的一个深刻的命题。学习与思维有什么关系，我们用两种思维的学习理论，做如下的诠释。

什么是思维？思维是人脑对客观事物在头脑中的表征，即语言（概念）和表象，进行加工的一个认识过程。它既能反映揭示事物的本质特征和事物间的规律性联系，又能预测、计划事物的未来。思维有抽象思维和形象思维，都是可以训练的。

什么是学习？根据认识论的原理，学习是一种认识过程。在这个过程中，思维是学习过程的中心，技能（能力）是它的两翼，知识是学习的主要结果。思维、技能（能力）、知识是学习过程的三个基本要素。

关于学习和思维的关系，概括地说，思维是学习过程的中心。它主要体现在三个方面：一是知识的理解。知识的获得、理解是思维加工的结果。二是学习的迁移。学习是从已知到未知，新旧知识具有共同的思维要素，学习的迁移是新旧两种知识（经验）内在

联系的机制。三是学习的提升。能力是技能高水平的综合，从技能到一般能力、创新能力的提升，是通过思维实现的。

数学是研究现实世界数量关系和空间形式的科学。以北京市朝阳区实验小学的实践探索为例的《小学数学思维训练与能力培养》一书，是《小学数学教学与创新能力培养——马芯兰教学法的研究与实践》（北京科学技术出版社 2006 年版）的继续与深入。本书根据小学数学的特点，把发展思维放在教学的中心位置，把上述理论和教学具体实践结合起来，着力两种思维的起步教学和基本概念教学，着力技能的形成与迁移的思维训练，着力解应用题教学中综合的、灵活的思维训练，培养学生的解题能力，教学实验取得了可喜的成绩。

教学实践表明：把思维放在教学过程的中心，使朝阳区实验小学数学教学质量的提升走上了一条又好又快的道路。

温寒江

2015 年 11 月

第一编 理论研究

| | |
|---------------------|------|
| 第一章 思维与思维训练 | …002 |
| 第一节 引子：为什么要发展思维 | …002 |
| 第二节 什么是思维 | …004 |
| 第三节 小学数学的一般思维方法 | …007 |
| 第四节 数学思维与思维法则 | …017 |
| 第五节 概念教学与思维训练概述 | …021 |
| 第六节 计算教学与思维训练概述 | …027 |
| | |
| 第二章 发展思维与思维训练的意义和效果 | …032 |
| 第一节 思维是学习的工具 | …032 |
| 第二节 思维是学习迁移的机制 | …035 |
| 第三节 思维训练是技能上升为能力的途径 | …055 |
| 第四节 应用题教学与能力培养 | …058 |
| 第五节 发展思维与思维训练的效果 | …061 |

第二编 教学实践研究

| | |
|-------------------|------|
| 第三章 数的认识与思维训练 | …070 |
| 第一节 数的认识新观念——数的抽象 | …070 |
| 第二节 分数的概念教学 | …076 |
| 第三节 小数的概念教学 | …081 |
| 第四节 数的抽象与概念教学的意义 | …084 |

| | | |
|-----|-------------------------|------|
| 第四章 | 图形的认识与思维训练 | …089 |
| 第一节 | 图形的认识与想象 | …089 |
| 第二节 | 图形的度量与直觉 | …095 |
| 第三节 | 图形教学与形象思维 | …101 |
| 第五章 | 数的运算与基本概念教学 | …106 |
| 第一节 | 数的运算与思维训练 | …106 |
| 第二节 | 以“和”概念为核心揭示运算意义 | …107 |
| 第三节 | 以“份”概念为核心揭示乘除法意义 | …113 |
| 第六章 | 运算技能的训练与迁移 | …120 |
| 第一节 | 运算技能的训练与迁移 | …120 |
| 第二节 | 整数运算技能的训练与迁移 | …130 |
| 第三节 | 整数运算对小数、分数的迁移 | …135 |
| 第七章 | 应用题教学的理论研究及一步应用题教学的思维训练 | …139 |
| 第一节 | 应用题教学的理论思考 | …139 |
| 第二节 | 一步应用题教学与基本概念 | …144 |
| 第三节 | 一步应用题的自编题训练 | …149 |
| 第四节 | 一步应用题的画线段图训练 | …154 |
| 第五节 | 一步应用题分析问题思维训练 | …162 |
| 第六节 | 一步应用题解题全过程的技能训练 | …167 |
| 第八章 | 两步应用题教学的思维训练 | …177 |
| 第一节 | 两步应用题问题结构的思维训练 | …177 |
| 第二节 | 审题技能的思维训练 | …184 |
| 第三节 | 加强对解题过程分析问题的思维训练 | …189 |