

北京市东城区青少年科技创新人才培养项目研究成果

“数码探科学”大赛参考用书

播种未来科学家的种子

北京市东城区青少年科学技术学院

“数码探科学”大赛 优秀作品集

顾问 顾明远

主编 项华 陶春

副主编 马亮 毛澄洁



科学出版社

北京市东城区青少年科技创新人才培养项目研究成果
“数码探科学”大赛参考用书

播种未来科学家的种子

北京市东城区青少年科学技术学院
“数码探科学”大赛优秀作品集

顾 问 顾明远
主 编 项 华 陶 春
副主编 马 亮 毛澄洁



科 学 出 版 社
北 京

内 容 简 介

“数码探科学大赛”是与“数字科学家”课程配套的活动。在活动中，借助手机、网络等身边唾手可得的条件，同学们几乎可以探索任何一个自己感兴趣的科学问题。两届大赛涌现出了大量的优秀作品。

本书辑选了第二届“数码探科学”大赛获奖选手的22个优秀作品。在此基础上，增加了大赛组织者、优秀指导教师的理论研究成果，和学生家长的感受与点评。

本书适合中小学生阅读，也可供信息技术、科学、实验探究相关教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

播种未来科学家的种子：北京市东城区青少年科学技术学院“数码探科学”大赛优秀作品集 / 项华，陶春主编. — 北京：科学出版社，2015.5

北京市东城区青少年科技创新人才培养项目研究成果“数码探科学”比赛参考用书

ISBN 978-7-03-044228-4

I. 播… II. ①项…②陶… III. ①自然科学—文集 IV. N53

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第085979号

责任编辑：喻永光 杨 凯 / 责任制作：付永杰 魏 谨

责任印制：肖 兴 / 封面设计：杨安安

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

北京中科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年5月第 一 版 开本：720×1000 1/16

2015年5月第一次印刷 印张：13 1/2

印数：1—3 500 字数：200 000

定价：58.00元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

本书编委会

顾 问 顾明远
主 编 项 华 陶 春
副主编 马 亮 毛澄洁

编 委 (排名不分先后)

国超游	贺 音	李 莹	梁 婷	刘 成
刘 健	芦 曼	吕 佳	吕文英	罗 炜
孟晨辉	单 燕	宋晶晶	苏 莹	孙晓萍
覃 芳	田春丽	王 红	王晓筠	徐欣彦
杨春娜	杨 红	于秀楠	张冰玉	张凯亮
周 晶	朱美霞			

前言

梁启超先生在《少年中国说》中写下了一段话：“今日之责任，不在他人，而全在我少年。少年智则国智，少年富则国富，少年强则国强……”这段话在中华民族伟大复兴征途的今天尤其令人振奋。北京市东城区青少年科学技术学院的教育模式与我的“数字科学家计划”（ESP）项目不谋而合，在创新科学教育方面有着天然的联系。我们共同关注着如何有效提升青少年科学素养水平，并于2013年9月在东城区青少年科学技术学院二级课程活动中开设“数字科学家”特色课程，并同时举办了“数码探科学”大赛，共同探索与实践着“少年强”的科技教育梦想。

“数字科学家”课程是一种在大数据环境下，以提高学生科学素养水平为宗旨，以探究式教学为鲜明特征，以科学思想、科学方法和数据挖掘方法为核心，播种未来科学家种子的教学模式。

科学素养的内容总是随着时代变化而发展的。今天，科学家和人们探索未知世界奥秘的方式不仅仅是采取实验归纳和理论推演，还出现了基于计算机或者数码设备的科研方式。“数字科学家”课程正是在这样的背景之下应运而生。在“数字科学家”课程的教学中，手机、网络、数码摄像机等拓展了科学探究的范围，打破了以往探究的局限，师生们探究的主题可以是“人面探秘”，也可以是“探究月球环形山”……同学们可以探索任何一个感兴趣的科学问题。

过去，人们用身边的“瓶瓶罐罐”学习与探究科学，这种“瓶瓶罐罐”在增强科学探究意识和提高科学能力的过程中曾经发挥着

极其重要的作用。今天，计算机、数码相机等智能化设备随处可得，它们就是我们今天数码时代的“瓶瓶罐罐”，利用它们学习与探究科学，对于提高自身的科学素养水平很有意义。

“数码探科学”大赛伴随着“数字科学家”课程在东城区已经成功地举办了两届。比赛过程中，学生、家长和辅导老师热情高涨，享受着自由探索的乐趣，参赛题材广泛，产生了一大批运用数码设备探究科学问题的优秀案例。特别值得一提的是，这个活动不仅提高了学生和老师的科学能力，还带动了部分家长的数码探究意识和能力。

顾明远先生在第一届“数码探科学”大赛的颁奖仪式上，看到获奖同学们的作品展示之后，曾经热情洋溢地称赞这些“小小数字科学家”们在数码探究过程中有模有样，对“数码探科学”大赛和“数字科学家”课程给予了充分肯定。

最后，祝愿小小“数字科学家”们在东城区青少年科学技术学院茁壮成长，也衷心祝愿“数字科学家”课程在东城区这个全国首善之区生根、发芽、开花和结果，并由此走向全国和世界。

项 华

北京师范大学物理学系

2015年3月28日

目 录

第 1 部分 “数字科学家”课程与“数码探科学”大赛

数字科学家计划 (ESP) ——大数据时代科学教育整合的一种解决方案	2
基于“数字科学家”课程的“数码探科学”大赛 ——以北京市东城区青少年科技馆为例	7
让学生像科学家一样思考——“反应时间的测定”的教学观摩	12
“数字科学家”课程教材样例	14

第 2 部分 “少科院”学员“数码探科学”大赛优秀作品案例

4 种品牌酸奶对面团发酵效果影响的探究	21
天空中的云朵究竟有多高?	29
利用数码相机探究与制作家用燃气炉灶节能装置	35
糖葫芦状水流的探究	41
两只眼睛的奥秘	53
利用微信取证治理小广告的探究	61
做饭对 PM _{2.5} 影响情况的探究	67
视觉暂留时间测定	77
计算机与人工图像识别模式结合高效搜索近地小行星	83
足球比赛中大禁区附近射门最佳方式的探究	91
轮胎花纹对摩擦力的影响	101
物体撞击水面产生水花大小和水柱高低的探究	109

蓝光和红光补光对植物生长的影响	115
对人脸黄金比例是否会遗传的探究	121
关于望月在农历十五、十六出现概率的探究	131
影响鞋底防滑性能的因素的探究	139
浅析起跑时的角度问题	145
不同土壤对小麦发芽和幼苗前期生长的影响	151
用数码相机记录与发现黄瓜卷须的生长规律	159
一滴水体积的探究	165
央视大楼“颜值”探秘 ——兼论日照强度、能见度、PM2.5 之间的关系	175
树木的耐寒度与冬季自我保护方法之关系	185

第3部分 活动散记

小实验，大道理	192
为素质教育点个赞	193
阳光总在风雨后	194
与孩子一同成长，幸福并快乐着	195
严谨与细致的开始	196
放手、陪伴、信任的力量	197
科学不再遥远	199
“数码探科学”大赛指导体会（1）	200
“数码探科学”大赛指导体会（2）	202
精彩瞬间	203



第 1 部分

“数字科学家”课程与 “数码探科学”大赛

数字科学家计划（ESP）

——大数据时代科学教育整合的一种解决方案

北京师范大学物理学系 项 华

科技与科学教育在社会发展的不同阶段而肩负着不同的使命，也因时代的进步而日益走向社会舞台的中心。过去的科技与科学教育的使命定位在发现科学知识和传递科学知识，今天的科技与科学教育则肩负着提高每一位公民的科学素养水平，肩负着破解能源、生态、环境与社会等发展危机的难题，引领人类文明可持续发展的重要使命。随着人类走进信息时代，并由此走向大数据时代，各种矛盾日益突显，科技与科学教育面临着新的机遇与挑战。

大数据时代科技与科学教育面临着诸多问题

首先，科学出现了新的形态。现代科学之父伽利略是个里程碑式的人物，正是伽利略明确地将实物实验和数学推理方法引入到了科学研究之中，科学才得以系统而迅速地发展。从那时起，科学家们开始以实物实验和数学推理的方式认识自然世界，科学因此形成了两种形态：一是实物实验形态，二是数学推理形态。随着科学发展到今天的大数据时代，一些科学家和工程师离不开借助计算机手段研究事物，科学出现了基于计算机的第三种形态——计算形态。各个学科的边界变得模糊，科学研究的范式有了新的变化。以前学科分化越来越精细，但是科学发展到今天，信息科学、纳米技术、生物科学和生命科学、认知和神经科学被公认为最具革命性的学科领域，这4种科技的整合，将对人类社会产生深刻影响，并可能再次改变我们人类的物种。学科在高度分化的基础之上开始走向学科之间的渗透和融合，特别是开始走向自然与人的融合。基于计算机的整合是当今科学发展与突破的必由之路，而如何整合却是仁者见仁、智者见智之事。

其次，技术的高速发展带来了日益严重的社会问题。比如，生命科学中的克隆技术直接挑战人类社会传统的伦理问题；还比如，对自然界的无节制索取，带来了日益严重的能源危机和生态环境恶化危机，等等。此外，

物质生活的丰富与网络言论的自由带来了日益高涨的民主与平等的社会诉求。这些问题可能直接源自高速发展的科技,以至于我们的精神与理解出现相对滞后。诸多危机与问题要得到根治,除了需要加快人类智慧文明发展,还需要科技与科学教育的进一步高度发展,此所谓“解铃还须系铃人”。科学史上,科学家们为人类积累了丰富的化解人类危机的智慧与知识。

最后,一方面“科教兴国”达成普遍共识,人们开始懂得在科学教育之信息化方面投入大量的人力和物力;另一方面人们对技术的发展给生存环境构成的影响认识不足,主要表现在看不到现代教育技术的革命性影响潜力,或者在现代教育技术面前感到茫然。这种状况除了造成设备因为闲置而带来的严重浪费现象之外,还限制了我们思考破解当今科技与科学教育难题的方法。

为了解决诸多危机与冲突,需要探讨各种可行而有效的解决方案。通过分析大数据时代的科学教育的现状不难发现,如果只是从局部进行个别改动,问题难以有效地得到解决。当今的科学教育问题要想从根本上得以解决,必须运用系统观念,从整体上改变或者构建科学教育体系。换句话讲,需要从整合的角度提出可行的解决方案。

数字科学家计划

针对大数据时代人类面临的诸多危机,人们提出了一些对策与良方,其中影响最大的是国际 21 世纪教育委员会向联合国教科文组织 (UNESCO) 提出的 21 世纪教育的四大支柱策略。①学会认知 (Learning to Know): 培养学生学会运用认知工具求知,学会发现问题,学会探究知识,学会构建知识。即培养学生认知方法,引导学生通过发现、探究和意义构建的途径获取知识,培养学生的继续学习能力。②学会做事 (Learning to Do): 既要学会实践,也要学会创造。重视建构可供学生参与的环境,激发学生兴趣,使学习者通过环境的交互作用,通过实践,通过做事获得知识和能力。③学会合作 (Learning to Together): 要培养学生学会与他人共同生活,就要学会合作生活、合作学习,从过去的集中教学方式到个别学习方式,到现在提倡的协作学习。④学会生存 (Learning to Be): 学会生活、学会做人、学会自身发展。既要传授知识,还要注重能力和高尚情操的培养。

科学教育领域形成了一种强调亲自动手学习科学的潮流。在美国、法

国、英国、加拿大等国的国家科学课程改革方案中,科学探究被列为课程目标和课程体系的关键而基本的要素。“学习必须是主动的”已成为国际上基本的教育理念。其中影响较大的有“做中学”、“Hands-On”(动手做)、“Minds-On”(动脑做)、“STEM”(科学、技术、工程、数学)等科学教育实践。这些科学教育实践旨在使学生以科学的方法学习知识,强调学习方法、思维方法、学习态度的培养。

这些先进的科学教育理念与实践推动了科学教育的创新与实践,但是实践表明,一个好的理念要想转化为教学行为,往往需要较长时期的培训与转化过程。这个过程是艰难的,特别是教师和学生需要具有一定的专业理解能力。能否综合上述先进的科学教育理念,提出一种直观、易懂而且有效的科学教育模式的推广方案呢?数字科学家计划(E-Scientist Project, ESP)给出了一种大数据时代下科学教育模式的推广方案。

所谓数字科学家计划,就是在大数据环境下以提高每一位学生科学素养水平为宗旨,以探究式教学为鲜明特征,以科学思想、科学方法和数据挖掘方法为核心,播种未来科学家种子的教学模式的推广方案。

数字科学家计划主要有两方面特征:其一,数字科学家是一种科学教育模式符号,以“科学家”符号将抽象的科学教育理念人物化和直观化,既准确地表述了现代的科学教育理念,也便于师生理解与实施。榜样的力量是无穷的,虽然科学不能解决人类所有的问题,但是科学家们为我们积累的知识、思想、方法、科学精神过去是将来也是破解社会难题的重要途径。其二,强调发挥大数据环境下第三种科学形态的育人功能,这是当今科技与科学教育创新的重要切入点。

“数字科学家”的教学模式是在 WebQuest(基于网络的主题探究)模式的基础上改造而成的,主要有 5 个模块。①核心问题:WebQuest 的核心是设置一个开放性的问题。这个问题设定了 WebQuest 的清晰目标,鼓励学生回顾原先掌握的知识,激发学习者进一步探索的动机。②任务指南:提供一个“脚手架”,引导学生设计、经历和体验专家的思维过程。“脚手架”将令人望而生畏的探究项目打碎成若干个片段,引导学生研究较为复杂的科学问题。③海量资源:创建一些到其他互联网站点的链接来共享网络资源。通过运用多样化的互联网资源,可以为不同学习水平或不同学习方式的学生提供信息资源。④实施“做中学”:要提供高层次的思维指南,体现“做中学”的教学理念,保证动脑和动手的教学方式落到实处。⑤交流与评价:

WebQuest 一般用量规提供自我评估的标准,提示学生已经学到了什么,并鼓励把这种探究的经验扩展到其他领域。评价人员可以是教师,也可以是家长和同学。

数字科学家计划产生于北京师范大学项华教授的北京市教育科学“十一五”规划课题(数字科学家计划:基于数据探究理论的物理选修课程建设与研究,2010年立项),已经在北京景山学校、北京一〇一中学、北京师范大学亚太实验学校等学校展开实验。该项目在课题阶段探讨了校本特色选修课程的建设,但是随着课题研究的深入开展,数字科学家计划已经不再局限于校本选修课程,开始运用到正规的物理课堂教学;也不局限在物理学科教学,已经开始运用到小学高年级的科学课程与教学;还不仅局限在学校科学教学,已经开始运用于北京市东城区青少年科技馆的科普性质科学课程,并配合教学,于2013年11月成功举办了北京市东城区学生“数码探科学”大赛。大赛令人耳目一新,引起了学者和教师的广泛关注。著名教育家顾明远先生在颁奖会上讲到,这次大赛让人们看到了大数据环境下的教学实践,同学们在数码探究中有模有样,学到了科学思想、科学方法,体验到了数码探究的乐趣。

经过3年的探索与实践,数字科学家计划已经从课题研究转向项目推广的初期阶段。初步建设了“数字科学家”网站,形成了一种大数据环境下的科学教育模式,也形成了“数字科学家”课程的教师培训经验,还形成低、中、高端数字环境装备的课程实施经验,已经具备了在更大范围试验与推广的条件。

数据探究理论——数字科学家计划的基石

探讨破解大数据时代的科学教育难题的途径涉及大而复杂的社会问题,仅凭经验而没有理论指导是难以理解与完成的。但是,数字科学家计划已经形成了一些基本的概念与教学原理。这些基本概念与教学原理构成了所谓的数据探究理论。数据探究理论是数字科学家计划的基石。

信息(Information)是数据探究理论的逻辑起点。何谓信息?这是一个复杂而神奇的概念,学者们有着不同的见解,美国数学家和控制论创始者维纳不得已这样定义信息:信息就是信息,既非物质,也非能量。北京师范大学项华教授考虑到人的因素,对信息进行了如下的定义:信息既不

是物质，也不是能量，而是物质的波 - 粒二象性与人相互作用的存在形式。

数据（Data）是数据探究理论的另一个重要概念。数据是载荷或记录信息而留下的明确印迹。数据可以是数字、文字、图像、录像，也可以是计算机代码等。对数据背景的解读是获取意义的一种途径。数据背景是接收者针对特定数据的意义准备，即当接收者了解数据序列的规律，并知道每个数据或数据组合的指向性目标和含义时，便可以获得数据所载荷的意义。观察数据或者数据挖掘就是对数据背景的解读过程。数字科学家计划的核心环节在于信息观测、数据挖掘和数据价值与交流。

探究式教学是一种以科学探究为基本特征的教学模式，其实质是引导学生通过类似科学家的探索过程理解科学概念和科学本质。依据科学的3种形态，将探究式教学分成实物实验探究、数学推理探究和数据探究。数据探究是一种基于计算机的探究式教学，是提高学生数据素养水平的必要途径。数据探究与其说是一种适应大数据时代的手段和途径，不如说是大数据时代的一种生活理念和生活态度。

数据探究在教师观、学生观、学习观和评价观上均具有新的内涵。
①教师是数据探究的促进者与合作者。②学生是具有创造能力的学习主体。数据探究应该把学生置于一个有社会意义的团体中，培养“共生性”与“交互性”，体验创造的意义和价值。还应该体现STS教育，强调人对自然、社会、人生的责任和义务。③数据探究是一个建构的、社会化的综合体验过程。学习者总是依据已有经验、心理结构和信念来选择一些信息或者数据，从中经过数据挖掘得到推论，并根据推论来构建关于世界的认识。④评价是开放、多元的反馈过程。数据探究评价认为学习是一种建构独特意义的过程，注重对于探究过程的评价，关注评价的开放性与多元性。

总之，数字科学家计划在理论与实践上为我们提供了一种大数据时代科学教育整合的解决方案。

基于“数字科学家”课程的 “数码探科学”大赛 ——以北京市东城区青少年科技馆为例

北京市东城区青少年科技馆 陶 春 马 亮

北京景山学校 毛澄洁

“数码探科学”大赛的概况

01 首届“数码探科学”大赛的由来

数字科学家计划产生于北京师范大学项华教授的北京市教育科学“十一五”规划课题。课题在开始阶段探讨了校本特色选修课程的建设，但是随着课题研究的深入开展，数字科学家计划已经不再局限于校本选修课程，开始运用到正规的物理课堂教学；也不仅局限在物理学科教学，已经运用到了小学高年级的科学课程与教学。那么，数字科学家计划能否运用于科普领域呢？这是课题组十分关注的一个问题。

2013年9月~12月，为贯彻科技部、教育部、中宣部、中国科协、共青团中央等五部委联合颁发的《中国青少年科学技术普及活动指导纲要》精神，落实东城区青少年科学技术学院工作，提升学生现代科学素养水平，东城区青少年科技馆与数字科学家计划课题组联合举办了首届东城区学生“数码探科学”大赛活动，参赛对象为500名东城区青少年科学技术学院的六年级学生。

大赛主题

“在探究与快乐之中播种未来科学家的种子”。

大赛内容

(1) 学生利用数码相机、计算机、互联网、iPad、手机等数码手段探究一个科学问题，其中包括①探究与解决生活中的科学问题；②探究与解决课堂中的科学问题；③探究与解决生产中的科学问题。

(2) 探究成果以PPT或者DV的作品形式呈现。

大赛实施过程

2013年9月27日,项华教授在东城区史家小学礼堂进行了“数字科学家”课程和数据探究的综述讲座。他指出,数据探究作为一种出现在大数据时代并逐渐兴起的探究方式,不应该只是具有深厚技术基础的人的专利,也不应该因为仪器设备不够顶级、专业而远离普通人的视线。数据探究可以存在于生活中的各个细节中。由于数码工具愈发多样、智能,可探究的事情会更加多样化和生活化,而探究过程也会更简便。这一精彩演讲为接下来的“数字科学家”课程和“数码探科学”大赛拉开了序幕。

在启动“数码探科学”大赛的同时,从2013年10月11日起,用连续10周周五的下午,在10所学校采用“竞赛驱动课程”的方式开设了“数字科学家”课程。

整个大赛的启动、组织、评审在严格的大赛章程下展开。评审组专家在选题、数码技术应用和探究成果呈现形式等方面给予了专业的支持。学生、家长、学校教师、科技馆教师和项目组人员在大赛活动之中表现出了高涨的热情。著名教育家顾明远先生在大赛颁奖会上讲到,这次大赛让人们看到了大数据环境下的教学实践,同学们在数码探究中有模有样,学到了科学思想和科学方法,体验到了数码探究的乐趣。

第一届大赛共收集作品217件,一等奖15项,二等奖25项,三等奖45项,优秀指导教师15人。

02 第二届“数码探科学”大赛的概况

在成功举办第一届“数码探科学”大赛的基础上,大赛组委会及时总结经验,完善大赛规则,面向东城区青少年科学技术学院六年级学生组织第二届“数码探科学”大赛。2014年9月5日,在东城区青少年科学技术学院六年级开学典礼上,面向全体学生发布赛事信息,正式启动第二届大赛活动。

在完善大赛规则方面,本次大赛要求学生在完成PPT的同时,还要提交一份探究报告,按照发现问题、提出假设、实验分析、得出结论等内容,让学生全面掌握科学探究方法。与此同时,赛事组织方还利用网络平台,组织学生将探究过程发布在平台上,与全体学生分享,征询意见,共同研究,突显了探究性学习重过程的特点。

本次大赛共收集作品345件,一等奖23项,二等奖36项,三等奖47项,优秀指导教师9人。相对于第一届大赛,学生参与率更高(714名学

生中有 381 人参与大赛，参赛率达到 53.36%)，学生能够自主利用数码设备去探究一个科学问题，思路更清晰，探究过程更合理，论述也更严谨。

优秀作品赏析

获奖作品的水平较高，体现了“数码探科学”的核心价值。这可以从东城区和平里第一小学六（2）班一等奖获得者任可晗同学的“顾家庄桥拥堵问题的探究”窥见一斑。

（1）问题提出：爸爸下班总是从东五环开车回来，但经常被堵在顾家庄桥前面。我希望能让爸爸早点回来，能让更多的爸爸下班早点回家。

（2）探究意义：让辛苦工作一天的爸爸早点回家。让更多的家长早点回家。希望能减少交通拥堵。希望通过减少堵车，降低 PM2.5 排放。

（3）探究过程：图 1 和图 2 简略地反映了数码探究的过程。



图 1 数码探究流程图



图 2 从 Google 地图下载的卫星地图

（4）得出结论：造成来广营桥与顾家庄桥之间经常性堵车的原因是三道交汇，大量汽车同时汇入五环主路，造成车间距变短，车速下降，形成车流瓶颈。

（5）提出建议：在来广营桥东提前分流一部分去天通苑、北苑的车辆。提前为此区段留出空间。加宽车道，留出缓冲区。

任可晗同学的课题源于生活，探究过程规范，数据采集采用了亲身观察、互联网、北京市交通委网站的各时段路况图、Google 地图。论证采用了多种手段：Google 地图的实例、路况图实例、计算论证、动画演示论证。结论明确、建议合理，是典型的大数据环境下的数据探究活动。