

自我效能理论下的学生STEM自我效能开发 ——基于国外已有STEM教育研究

孙文帅

北京工业大学高等教育研究院, 北京
Email: 2428251770@qq.com

收稿日期: 2021年5月11日; 录用日期: 2021年6月17日; 发布日期: 2021年6月24日

摘 要

自上世纪七十年代自我效能理论提出后便被广泛应用于心理学教育学研究范畴。研究立足国际研究视野, 采用文献分析法, 分析自我效能理论在STEM教育中的作用机制和现实意义, 探究自我效能理论指引下学生STEM自我效能开发。研究指出, 自我效能有别于自我概念和自尊; 自我效能主要基于掌握经验、替代经验、社会说服和生理反应等四个主要信息来源; STEM自我效能能预测一个人超越自身能力或以往成就的学业表现, 在学生STEM学业表现中扮演着重要的作用, 且与学生STEM学业表现呈正相关关系; 现有诸多提高STEM自我效能的干预措施和计划在学校或社区付诸实施, 有利于学生STEM成绩的提高从而进一步激发学生的STEM自我效能, 反过来STEM自我效能的提高回馈学生STEM学业表现。

关键词

自我效能, STEM教育, 学业表现, 理论机制

The Development of Students' STEM Self-Efficacy under the Theory of Self-Efficacy—Based on the Research of STEM Education in Foreign Countries

Wenshuai Sun

Institute of Higher Education, Beijing University of Technology, Beijing
Email: 2428251770@qq.com

Received: May 11th, 2021; accepted: Jun. 17th, 2021; published: Jun. 24th, 2021

Abstract

Since the theory of self-efficacy was put forward in the 1970s, it has been widely used in the field of psychology and pedagogy. Based on the international research perspective, this paper uses the method of literature analysis to analyze the mechanism and practical significance of self-efficacy theory in STEM education, and to explore the development of students' STEM self-efficacy under the guidance of self-efficacy theory. Research shows that self-efficacy is different from self-concept and self-esteem; it is mainly based on four main information sources: mastery experience, substitution experience, social persuasion and physiological reaction; STEM self-efficacy can predict one's academic performance beyond one's own ability or past achievements. It plays an important role in students' STEM academic performance, and has a positive correlation with students' STEM academic performance. Many existing interventions and plans to improve STEM self-efficacy have been implemented in schools or communities, and are committed to the improvement of students' STEM performance, so as to further stimulate students' STEM self-efficacy. In turn, the improvement of STEM self-efficacy feeds back students' STEM academic performance.

Keywords

Self Efficacy, STEM Education, Academic Performance, Theoretical Mechanism

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

STEM 是科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)、数学(Mathematics)的英文首字母缩写。科学、技术、工程和数学相关领域的人通过创造新思想、新技术和新工业来推动国家的创新和竞争力。有调查研究表明,放眼全球,现代产业发展过程中对劳动力的需求有超过 75% 的职业和岗位与 STEM 职业直接或间接相关,人类当前面临的诸多困难挑战、更多“高精尖”工作需要熟练掌握 STEM 技能,需要具备 STEM 高素养的专业人士来完成[1]。

在认知心理学、学习科学、教育心理学、课程和教学以及其他领域的数十年研究中,人们发现了大脑如何运作以及如何最好地支持学习。这些研究为理解 STEM 整合知识如何以及为什么可以支持学习和思维的改进、可能给学习者带来的困难以及如何设计使其更有效提供了基础。社会学习理论的创始人班杜拉(Albert Bandura)从社会学习的观点出发,在 1977 年提出了自我效能理论,该理论用以解释在特殊情景下动机产生的原因[2]。自我效能理论发展至今成果详实、丰富,且已普遍被应用于教育各个研究领域。在众多国外已有研究中,针对自我效能理论在 STEM 领域的应用受到研究者们的热切关注。

2. STEM 自我效能界定

提到自我效能,学者们经常会把它与自我概念和自尊,三者相比较。自我效能、自我概念和自尊三者结构相似,意义不同[3]。

自我效能反映了特定任务的表现期望,例如,“我相信我可以在我的数学测试中获得 B 或更好”。自我效能本身不是评估性的,而且在做出自我效能评估时没有考虑个人的能力。相反,自我效能主要建立在掌握经验、个人特定任务的经验以及对这些经验的解释上[4]。另一方面,自我概念是与某个领域相

关的更普遍的自我认知,包括评价性或情感性成分,例如,“我擅长数学”或“我喜欢数学”[4]。与自我效能一样,自我概念也是一种动机结构,因为它影响所追求的目标类型,以及实现这些目标的努力和坚持程度。与自我效能不同,自我概念与具体任务无关。自我概念和自我效能之间往往是正相关的,并通过对表现的自我判断来发展。然而,这些结构也可能是不同的,例如,一个人可能有很高的科学自我概念,但由于各种原因,例如没有学习或者不喜欢特定的材料,那么他通过任何特定的科学考试的自我效能反而会很低。这个例子还说明了任务的自我效能如何影响自我概念,也即如果某个领域内的任务自我效能一直很低,那么该领域的自我概念则会受到负面影响。

自我效能和自我概念也与自尊密切相关,并在一定程度上基于自尊。自尊是指对自我的情感评价,如自我价值感和自我喜欢感[5]。自我概念通常被认为是特定于某个领域的,如数学或语言能力,自我效能则被认为是特定于某项任务或目标的,而自尊则代表了整体的、评价性的感觉[5]。

由于自我效能与具体任务的表现更直接相关,因此自我效能通常比自我概念更能预测特定任务的表现[6]。自我效能被认为通过目标设定和自我调节来影响成绩表现[7]。自我调节包括在任务执行过程中自我监控或评估自己的表现,以及监控表现的结果。例如,研究表明,高自我效能与任务中更大的认知投入有关[8]。

自我效能也会影响个人设定的目标。更高的自我效能与采取更具挑战性的目标以及对这些目标的更大投入有关。此外,自我效能影响表现和目标之间的差异是积极的还是阻碍的。例如,一个学生在即将到来的数学考试中的目标成绩是 A,而结果他获得的是 B。如果她有很高的自我效能,她会把自己的缺点归咎于努力不足,“如果我再多学习,我本来可以获得 A 的,下次我会更加努力”。然而,如果他的数学自我效能较低,她会将自己的缺点归因于能力不足,“我就是学不会这些;我在这门课上没有能力得 A”[3]。当个人朝着长期目标(即最终目标)努力时,自我效能尤其重要,比如通过微积分或获得工程学学位。朝着最终目标的过程中有许多较小的、比较容易达到的目标[9]。这些容易达到的目标可能包括微积分考试得 B 或完成学位要求,如物理和力学学习。容易达到的目标为特定任务的经验掌握提供了机会,增强了自我效能。

基于此,本文中提到的 STEM 自我效能指的是学生自身在数学、科学、工程、技术等 STEM 特定领域的表现认知、从事 STEM 活动的倾向性、评价 STEM 的有用性,以及学生对自身在 STEM 学习情境下能否有效组织、执行具体行动计划,进而实现既定行为目标的信念。

3. 基于自我效能来源的 STEM 自我效能获得

自我效能是通过对任务结果和任务经验周围环境的解释而形成的。自我效能基于四个主要信息来源:掌握经验、替代经验、社会说服和生理反应[5]。掌握经验指以前的任务经验和表现。掌握经验是学习和实践有效执行任务所必需的规则和策略的机会。此外,掌握经验可以证明一个人是否有能力取得成功。如果一个学生在上一次考试中得了 A,那么他很可能对自己在下一次数学考试中获得高分充满信心;然而,如果他在上一次考试中得了 D,那么他更有可能怀疑自己在下一次数学考试中取得好成绩的能力。通常,成功的结果会提高自我效能,而失败会降低自我效能。替代经验指通过观察他人执行任务来学习。例如,在观察一个更高水平的学生时,一个新手往往会想:“如果她能设计和建造一个工作机器人,我也能。”当榜样被认为与观察者相似时,他们的影响力就会显得尤其大,研究表明,与女教师和 STEM 学生的互动会对 STEM 女生的自我效能产生积极的影响[10],也即是说明,替代经验是女孩和年轻女性 STEM 自我效能的一个十分强大的决定因素。社会说服指他人的判断、反馈和支持。积极的反馈和鼓励,特别是来自有影响力的其他人(如家长、教师)的积极反馈和鼓励,可以提高自我效能。消极反馈则会削弱自我效能。尽管几乎任何负面的评论都会降低自我效能,但不是任何正面的评论都会提高自我效能。当

正面的反馈和表扬与过去的表现和实际能力相一致时，是最有效的。换言之，接受反馈的人必须感觉到反馈是真实的，效果才最佳。例如，得 B 的学生如果在考试中得了 C，那么应该鼓励他下次朝着 B+ 的目标努力，而不是 A+；一个得 A 的学生如果在考试中得了 C，应该鼓励他在下一次考试中努力取得 A。此外，当社交说服伴随着掌握经验时，自我效能的产生会更加强大[2]，也就是说，当它与特定的学习经历或以前的表现相联系时，关于任务相关的优势和弱点的反馈信息更丰富[8]。例如，研究表明，当女性在培训中收到与特定事件相关的积极反馈时，她们对培训任务的自我效能会提高[11]。另外，生理反应也会影响自我效能。个体通过解释自己的情绪和身体状态来确定自己的自我效能信念。如果在任务准备过程中出现了发慌、紧张和对失败的恐惧，那么个体很可能会怀疑自己是否有能力成功，更甚者，焦虑的加剧可能会对表现产生不利影响。

4. 学生 STEM 自我效能开发的重要性

STEM 自我效能能预测一个人超越自身能力或以往成就的学业表现，原因是自信的人更有成功的动力。已有研究发现，与科学自我效能低的学生相比，科学自我效能高的学生会设定更具挑战性的目标，并更努力地完成这些目标[3]。此外，高自我效能与更强的自我调节有关，包括更有效地使用解决问题的策略和管理工作时间。除了付出更大的努力外，特别是在遇到障碍和逆境时，高效的个体在完成任务时会坚持更长的时间[12]。因此，平均而言，STEM 自我效能与 STEM 任务表现呈正相关。例如，科学自我效能与学生在科学课上的成绩有关[6]。

自我效能和表现之间的关系是相互的且这种关系具有持续性。成功的任务表现会提高自我效能，从而导致更难实现的目标。更困难的目标需要更大的努力，这将对表现产生积极影响。成功地完成新的、更困难的目标，反过来又会导致更高的自我效能，因此这个循环持续进行[13]。由于自我效能与表现的相互关系，对自己能力的信念要准确这一点很重要[8]。过于自信或缺乏自信都会影响表现。假设两个学生的数学能力相当，但他们对自己数学能力的看法却截然不同：一个学生的数学自我效能较高，另一个学生的数学自我效能相对较低。自我效能感高的学生会为即将到来的考试设定一个高目标分数。在某种程度上，她高估了自己解决数学问题的能力，她很可能在学习上投入的精力比必要的要少，而且很可能得不到目标分数。此外，由于过于自信，她可能会忽略消极的考试结果，以保持她不切实际的高自我效能[14]。自我效能低的学生设定的目标分数较低。她对自己在数学方面缺乏技能感到气馁，她只学习到了认为自己有能力取得的分数，而且可能得到的分数远远低于她本可以获得的分数。此外，尽管她有能力强解决数学问题并在更高级的数学课程中取得成功，但她分数普通的考试成绩可能会影响她随后的数学自我效能，以致于使得她不太可能学习更高级的数学课程[15]。

自我效能感也与兴趣和投入呈正相关，而且这种关系也是相互的[16]。自我效能能预测最初的参与度和任务表现；反过来，通常在更具挑战性的水平上，成功会带来更大的内在兴趣和将来从事这项工作的可能性。事实上，自我效能高的人比自我效能低的人会更积极地参加相对更具挑战性的课程[17]，因为他们认为高要求的任务是挑战而不是威胁。研究表明，兴趣与自我效能的关系比与实际能力更为密切[9]。这一发现有助于解释为什么尽管许多女孩和年轻女性并不缺乏 STEM 能力，但她们逐渐对 STEM 失去兴趣。她们缺乏的是自己有能力实现 STEM 年级、专业或职业目标的信念，与此同时 STEM 年级、专业或职业目标也导致她们对 STEM 的兴趣降低[15]。正如一位女性工科专业的学生所说，坚持这门学科“你所需要的就是……相信自己能做行的这份自信……”[18]。

5. 提高学生 STEM 自我效能的干预措施和计划

已有研究中有许多旨在提高学生 STEM 成绩的干预措施和计划，这些措施和计划已经在研究中进行

了实验和调查，并在学校或社区付诸实施。这些干预措施大多不是专门为提高 STEM 自我效能而设计的，但由于成绩的提高导致自我效能的提高，我们可以针对这些干预措施对 STEM 相关自我效能的影响进一步展开分析。

掌握经验干预。许多 STEM 一线教师将掌握经验，如实验室工作、实验、设计项目和其他应用活动作为课程的一部分。例如，为了提供掌握知识的经验，一堂小学计算机课包含了一个关于网页创建的动手练习。同样，高中的一门科学课程包含了教授水质的实践练习，包括到地区湖泊实地采集水样，随后学生们对这些水样进行化学不平衡测试[19]。

此外，还有研究者设计了一些课后计划、工作坊和夏令营，为各年龄段的男女孩童提供通过实践经验获得 STEM 知识和技能的机会[19]。几乎所有 STEM 学科都有课外活动和俱乐部，其中包括各种活动，如建造火箭和机器人、计算机编程和解剖猫头鹰小球。各种日间夏令营和住宿夏令营，特别是针对高中生的夏令营，以上种种均旨在为学生提供真实的 STEM 领域参与。

研究表明，涉及掌握经验的干预确实能提高 STEM 的自我效能[11]。Dunlap 评价了掌握经验对大学生技术自我效能的影响[20]。学生们被分配了一个现实世界的问题，并被要求通过设定最近的目标和制定解决问题的行动计划来构建他们的问题解决方案。这个项目持续了 16 周，并不断鼓励学生吸收新的知识和技能，反思他们对资源和策略的使用以及自己的表现，即自我调节。在这个为期 16 周的课程结束时，学生的技术自我效能显著提高。Luzzo 和他的同事通过一个涉及最近目标操作的掌握经验干预来提高学生的自我效能[21]。他们设计了一个数列完成任务，作为衡量数学能力的标准。一半的学生被告知，最低及格分数是成功完成六次试验，因此成功是非常有可能的；另一半则什么也没说。“最近目标”参与者不仅在干预后立即显示出了比对照组更高的 STEM 自我效能，而且他们在干预 4 周后也进一步显现出更高的 STEM 自我效能。Luzzo 等人的研究结果表明，即使是微小的、有预谋的干预措施也会对自我效能产生显著影响。

社会说服干预。积极的反馈和鼓励可以建立自我效能。学生的父母是社会说服或支持的一个重要来源。父母的鼓励和期望比孩子自己参与活动更能预测孩子的自我效能[22]。更具体地说，母亲对孩子在学习事业上取得成功的能力的看法与孩子以后的职业选择有显著的关系[23]。相关研究表明，教师和从业者对学生 STEM 能力的信念会影响学生的兴趣以及教育和职业的追求[24]。

研究也发现来自他人的积极反馈也即社会说服，会增加掌握经验对自我效能的影响[25]。Betz 和 Schifano 为年轻女性举办了一个工作坊，重点讲解工程知识和技能，例如机器设计、工具使用和施工。当参与者完成建筑和维修活动时，指导教师提供建设性的反馈和鼓励。另外，有研究指出，积极的语言说服对女孩和年轻女性尤其重要[10]，但在 STEM 领域却经常缺失这种功能[18]。

替代经验干预。提高 STEM 自我效能的干预措施，无论在课堂内外，通常都包括从观察他人中学习的机会。在某些条件下，与 STEM 有关的替代经验对女孩和年轻女性有较大的影响[10]。对替代经验干预的研究表明，当与其他干预措施一起使用时，当榜样与观察者相似时，作用更有效[13]。

各种各样的替代经验被纳入课程中，包括邀请 STEM 专业人士进行特定领域或职业的讲座，或与学生一起参与项目。在工作中跟踪 STEM 专业人员是提供替代经验的另一种方法。例如，一个旨在提高对科学职业和科学性性别平等认识的双重项目，内容包括女孩制作与专业 STEM 女性访谈的广播片段和视频节目，并向 K-12 学校女生分发这些榜样访谈的光盘[25]。

同样的，也有各种工作坊和夏令营，面向年轻女性，向她们介绍从事 STEM 职业的女性信息和事迹，特别是那些缺乏专业女性榜样的女性[26]。其中许多项目的目标便是为年轻女性提供 STEM 方面的榜样，并让女性 STEM 专业人士不仅作为讲师，还作为参与者的长久导师持续参与其中。除了向她们介绍科学和数学概念外，专业人士还持续提供 STEM 相关职业的建议和专业网络获取的经验。

此外, Weisgram 和 Bigler 的研究还表明, 当榜样解决 STEM 领域的性别不平等时, 她们对年轻女性 STEM 自我效能的影响更大[26]。一个参加科学领域性别歧视相关会议的年轻女性报告说, 她们的科学自我效能明显高于没有参加的女性。性别歧视专题介绍包括性别歧视对当今女科学家的影响, 以及四位在职业生涯中面临性别歧视的著名女科学家的传记。研究人员提出, 性别歧视课程可能会对女孩的自我效能产生积极影响, 因为这会导致她们将过去关于自己和女性在科学方面表现的负面反馈重新解释为歧视, 而不再是缺乏能力[27]。

6. 结语

目前关于 STEM 自我效能的研究倾向于评估各种自我效能干预措施的有效性, 并进一步研究自我效能与其他学业成绩预测因子[15]。对自我效能的纵向研究也在相应进行中。例如, 研究人员正在探索自我效能在小学、中学和高中后教育中的变化, 以及自我效能干预的长期效果, 自我效能如何随着时间的推移影响其表现[14]。本研究旨以自我效能对学生的 STEM 学习态度和成绩的影响以及重要性为依据, 进而探讨在自我效能理论指导下学生 STEM 自我效能的开发。

为了缩小 STEM 中的性别差距, 未来 STEM 自我效能的研究可以继续聚焦探索改变 STEM 成绩归因和 STEM 学科认知的影响。许多研究者认为, STEM 的从业者强调 STEM 的成功是努力的结果, 而不是机遇或性别, 尤其是女性在日常教育活动中被教导要将成功归因于能力和努力。这类干预措施的有效性尚未得到实证研究。研究人员还建议 STEM 教育从业者挑战长期以来认为科学、技术、工程和数学是男性领域的观念[12]。为此, 鼓励教育者将 STEM 主题作为相关的教育和职业机会更大程度地呈现给男性和女性是十分有必要的。更具体地说, 未来的研究需要进一步挖掘女性从了解工程和其他男性主导的 STEM 领域的各种工作中受益的方式方法以及评估这些干预措施在多大程度上可以改变人们对 STEM 学科的看法以及学生对 STEM 学位和专业、职业的追求。

基金项目

教育部人文社科规划基金项目“学科融合: STEAM 教育国际比较及启示研究”(No. 17YJA880021)。

参考文献

- [1] Hossain, M.M. and Robinson, M.G. (2012) How to Motivate US Students to Pursue STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Careers. *US-China Education Review A*, **3**, 442-251.
- [2] Bandura, A. (1997) *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. W.H. Freeman and Company, New York.
- [3] Zimmerman, B.J. (2000) Self-Efficacy: An Essential Motive to Learn. *Contemporary Educational Psychology*, **25**, 82-91. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016>
- [4] Bong, M. and Skaalvik, E.M. (2003) Academic Self-Concept and Self-Efficacy: How Different Are They Really? *Educational Psychology Review*, **15**, 1-40. <https://doi.org/10.1023/A:1021302408382>
- [5] Gist, M.E. and Mitchell, T.R. (1992) Self-Efficacy: A Theoretical Analysis of Its Determinants and Malleability. *Academy of Management Review*, **17**, 183-211, 184. <https://doi.org/10.5465/amr.1992.4279530>
- [6] Britner, S.L. and Pajares, F. (2010) Sources of Science Self-Efficacy Beliefs of Middle School Students. *Journal of Research in Science Teaching*, **43**, 485-499. <https://doi.org/10.1002/tea.20131>
- [7] Bandura, A. and Locke, E.A. (2003) Negative Self-Efficacy and Goal Effects Revisited. *Journal of Applied Psychology*, **88**, 87-99. <https://doi.apa.org/doi/10.1037/0021-9010.88.1.87>
- [8] Pintrich, P.R. (2003) A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Contexts. *Journal of Educational Psychology*, **95**, 667-686. <https://doi.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.95.4.667>
- [9] Bandura, A. (1991) Social Cognitive Theory of Self-Regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, **50**, 248-287. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90022-L](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90022-L)
- [10] Zeldin, A.L. and Pajares, F. (2000) Against the Odds: Self-Efficacy Beliefs of Women in Mathematical, Scientific, and Technological Careers. *American Educational Research Journal*, **37**, 215-246.

- <https://doi.org/10.3102%2F00028312037001215>
- [11] Betz, N.E. and Schifano, R. (2000) Evaluation of an Intervention to Increase Realistic Self-Efficacy and Interests in College Women. *Journal of Vocational Behavior*, **56**, 35-52. <https://doi.org/10.1006/jvbe.1999.1690>
- [12] Geary, D.C. (2005) Gender Differences in Mathematics: An Integrative Psychological Approach. *British Journal of Educational Studies*, **54**, 245-246. https://doi.org/10.1111/j.1467-8527.2006.339_1.x
- [13] Bandura, A., Freeman, W.H. and Lightsey, R. (1999) Self-Efficacy: The Exercise of Control. *Journal of Cognitive Psychotherapy*, **13**, 158-166.
- [14] Vancouver, J.B. and Kendall, L.N. (2006) When Self-Efficacy Negatively Relates to Motivation and Performance in a Learning Context. *Journal of Applied Psychology*, **91**, 1146-1153. <https://doi.apa.org/doi/10.1037/0021-9010.91.5.1146>
- [15] Eccles, J.S. (1994) Understanding Women's Educational and Occupational Choices: Applying the Eccles et al. Model of Achievement-Related Choices. *Psychology of Women Quarterly*, **18**, 585-609. <https://doi.org/10.1111%2Fj.1471-6402.1994.tb01049.x>
- [16] Schunk, D.H. and Pajares, F. (2002) The Development of Academic Self-Efficacy. In: Wigfield, A. and Eccles, J.S., Eds., *Development of Achievement Motivation*, Academic Press, San Diego, 15-31. <https://doi.org/10.1016/B978-012750053-9/50003-6>
- [17] Watt, H.M.G. (2006) The Role of Motivation in Gendered Educational and Occupational Trajectories Related to Maths. *Educational Research & Evaluation*, **12**, 305-322. <https://doi.org/10.1080/13803610600765562>
- [18] Seymour, E. (2010) The Loss of Women from Science, Mathematics, and Engineering Undergraduate Majors: An explanatory account. *Science Education*, **79**, 437-473. <https://doi.org/10.1002/sce.3730790406>
- [19] Neal, B. (2000) Under the Microscope. *Evidence-Based Cardiovascular Medicine*, **4**, 28-30. <https://doi.org/10.1054/ebcm.2000.0286>
- [20] Dunlap, J.C. (2005) Problem-Based Learning and Self-Efficacy: How a Capstone Course Prepares Students for a Profession. *Educational Technology Research & Development*, **53**, 65-85. <https://doi.org/10.1007/BF02504858>
- [21] Luzzo, D.A., Hasper, P., Albert, K.A., Bibby, M.A. and Martinelli Jr., E.A. (1999) Effects of Self-Efficacy-Enhancing Interventions on the Math/Science Self-Efficacy and Career Interests, Goals, and Actions of Career Undecided College Students. *Journal of Counseling Psychology*, **46**, 233-243. <https://doi.apa.org/doi/10.1037/0022-0167.46.2.233>
- [22] Vekiri, I. and Chronaki, A. (2008) Gender Issues in Technology Use: Perceived Social Support, Computer Self-Efficacy and Value Beliefs, and Computer Use beyond School. *Computers & Education*, **51**, 1392-1404. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.01.003>
- [23] Bleeker, M.M. and Jacobs, J.E. (2004) Achievement in Math and Science: Do Mothers' Beliefs Matter 12 Years Later? *Journal of Educational Psychology*, **96**, 97-109. <https://doi.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.96.1.97>
- [24] Bahar, A. and Adiguzel, T. (2016) Analysis of Factors Influencing Interest in STEM Career: Comparison between American and Turkish High School Students with High Ability. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, **17**, 64-69.
- [25] Vogt, C.M. (2008) Faculty as a Critical Juncture in Student Retention and Performance in Engineering Programs. *Journal of Engineering Education*, **97**, 27-36. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2008.tb00951.x>
- [26] Weisgram, E.S. and Bigler, R.S. (2010) Effects of Learning about Gender Discrimination on Adolescent Girls' Attitudes toward and Interest in Science. *Psychology of Women Quarterly*, **31**, 262-269. <https://doi.org/10.1111%2Fj.1471-6402.2007.00369.x>
- [27] Crocker, J. and Major, B. (1989) Social Stigma and Self-Esteem: The Self-Protective Properties of Stigma. *Psychological Review*, **96**, 608-630. <https://doi.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.96.4.608>