

Cognitive abilities and motivational processes in science achievement and engagement: A person-centered analysis ☆

Shun Lau ^{a,*,1}, Robert W. Roeser ^b

^a *Nanyang Technological University, Singapore*

^b *Tufts University, USA*

Received 8 June 2007; received in revised form 18 November 2007; accepted 22 November 2007

Abstract

This study adopted a person-centered approach to examine organized patterns of psychological factors and their relations to achievement and engagement in a sample of high school students. Four types of students characterized by unique configurations of cognitive, motivational, and affective characteristics were identified in both the male and female subsamples using inverse factor analysis. Type membership was found to distinguish students in various indicators of science achievement and engagement. Two of the four types were also found to generalize across gender groups. These two generalizable types showed many parallels to Dweck's [(1986). *Motivational processes affecting learning*. *American Psychologist*, 41, 1040–1048.] descriptions of mastery-oriented and helpless patterns. This study provides empirical evidence for the replicability, generalizability, and validity of the identified types in the domain of science. It also demonstrates the importance of examining holistic patterns of the individual's functioning and the utility of inverse factor analysis in person-centered research.

© 2007 Elsevier Inc. All rights reserved.

Keywords: Person-centered approach; Motivation; Abilities; Engagement; Science achievement

Когнитивные способности и мотивационные процессы, влияющие на учебный успех: лично-центрированный анализ

В данном исследовании использовался лично-центрированный подход с целью изучить организованные паттерны (образцы) психологических факторов и их влияние на учебные успехи выборки учеников старших классов. Четыре типа школьников, обладающие уникальными конфигурациями когнитивных, мотивационных и аффективных характеристик, были выделены в мужской и женской субвыборках, при использовании метода обратного факторного анализа. Тип отношения был найден, чтобы различить школьников по разным индикаторам учебных достижений и вовлеченности в учебный процесс. Эти два генерализованных типа имеют много общего с описанными Двэком учебными паттернами – ориентированным на достижение и беспомощным типами (1986. *Мотивационные процессы аффективного научения*. Dweck, *American psychologist*, 41, 1040 – 1048.). Данное исследование приводит эмпирическое доказательство для повторяемости, генерализованности и валидности обозначенных типов в области учебного процесса. Исследование также демонстрирует важность изучения холистических (целостных) паттернов функционирования личности и выгоду использования обратного факторного анализа в рамках исследования лично-центрированного подхода.

Ключевые слова: лично-центрированный подход, мотивация, способности, занятие (вовлеченность в учебный процесс), учебные достижения.

Введение в проблему

Исторически психологические функции предполагают когнитивные, мотивационные и аффективные компоненты, то, что Хиллард (Hilgard, 1980) назвал «трилогией ума». Это разделение играет важную роль в исследованиях в области психологии образования и подчеркивает необходимость целостного понимания всего спектра психологических процессов, задействованных в процессе обучения и достижений. Таким образом, авторы подчеркивают важность именно личностно-центрированного подхода, охватывающего личность ученика в целом, в противовес подходу, центрированному на отдельных переменных.

Личностно-центрированный подход

В данном исследовании авторы считают важным использовать именно такой подход, чтобы выделить те когнитивные и мотивационные компоненты, которые задействованы в учебном процессе и позволяют ученикам достичь в нем максимального успеха.

Они выделяют следующие особенности личностно-центрированного подхода:

- 1) исследует «комплексную организацию многомерных характеристик в пределах индивидуальных различий» (Asendorpf, Bergman & Magnusson, 1997);
- 2) позволяет целостно описывать профиль личности школьников и подростков;
- 3) позволяет выделить черты «ребенка в целом», а не «среднестатистического ребенка» (person-centered approach vs. variable-centered approach).

Таким образом, личностно-центрированный подход смещает акцент с определенных способностей на целостные компоненты личности школьника. В настоящее время этот подход используется в психологии развития и психологии личности (Bergman, Cairns e.g., 2000). Так, например, Robins, John, Caspi выделили устойчивые типы личности подростков (устойчивый тип, сверхконтролирующий тип, низко контролирующий тип).

Тем не менее очень небольшое количество ученых применяют личностно-центрированный подход в отношении процесса обучения для исследования когнитивных и мотивационных компонентов. Цель данного исследования – восполнить этот пробел.

Основные цели исследования:

- определить субгруппы индивидов (типы школьников) со схожим «профилем» свойств;
- сравнить обозначенные типы школьников по уровню учебного успеха и вовлеченности в учебный процесс.

Данные цели авторы раскрывают в конкретных вопросах:

- 1) как много повторяющихся типов можно выделить в выборке школьников;
- 2) какие когнитивные, мотивационные и аффективные характеристики определяют каждый тип;
- 3) как связаны обозначенные типы с учебным успехом школьников и их вовлеченностью в учебный процесс;
- 4) могут ли обозначенные типы характеризовать школьников, независимо от их гендерной принадлежности.

Концептуальная основа исследования

В качестве основы для данного исследования авторы использовали теорию способностей Сноу, согласно которой люди демонстрируют различные «компоненты» способностей (когнитивные, мотивационные, аффективные процессы), формируя *комплекс способностей* (aptitude complex) для совладания с требованиями ситуации при достижении целей.

Под когнитивными компонентами авторы понимают флюидный и кристаллизованный (количественный и вербальный) интеллект и пространственные интеллектуальные способности, согласно теории Кэрролла (Carroll's theory).

Мотивационные и аффективные компоненты понимаются исходя из теории мотивационных систем Форда (motivational system's theory by Ford). Мотивация рассматривается как целостный организованный паттерн, включающий:

- цели (желаемый результат действия),
- эмоциональное состояние человека,
- веру в компетентность (оценка собственных навыков для достижения целей),
- веру в контекст (оценка наличия адекватного окружения для эффективных действий).

Выборка

В исследовании принимали участие 318 учеников 10 (56 %) и 11 (44 %) классов – 158 девочек и 160 мальчиков. Этнически группа была разнообразной: 55 % европейцев, 24.8 % латиноамериканцев, 6.4 % афроамериканцев, 6.4 % азиатов-американцев и др. Большинство выборки было из образованных семей, то есть их родители имели высшее образование и социальный статус выше среднего.

Этапы измерения конструктов

Измерение конструктов происходило в два этапа: в первом семестре измерялись когнитивные способности и мотивационные процессы. Также происходил сбор демографических данных. Во втором семестре измерялись учебные достижения и общий учебный балл (оценка в конце года + данные от учителей).

Методы исследования конструктов

1) для измерения когнитивных способностей использовались следующие тесты: учебный тест способностей (Scholastic Aptitude Test) для измерения кристаллизованного вербального интеллекта (20 заданий, $\alpha = 0.68$), тест для измерения количественного интеллекта, взятый из методик для лонгитюдного исследования 1988 года (NELS:88, 20 заданий, $\alpha = 0.83$), тест скрытых фигур для флюидного интеллекта (16 картинок, $\alpha = 0.66$) и тест сравнений для пространственных способностей (21 задание, $\alpha = 0.72$).

2) для измерения мотивационных компонентов использовалась серия опросников со шкалой Лайкерта.

С помощью опросников измерялись следующие характеристики:

- личностные целевые ориентировки (personal goal orientations);
- значимость учебных заданий (насколько важны и интересны ученику те задания, которые он выполняет на уроке);
- эмоциональное состояние в классе (насколько часто ученик испытывает позитивные и негативные эмоции в классе);

- тревожность при выполнении заданий (уровень волнения и симптомы тревожности ученика при выполнении учебных заданий);
- вера в собственную компетентность (оценивалась по нескольким компонентам: вера в собственный интеллектуальный потенциал, вера в собственные учебные достижения, вера в собственные способности в целом, вера в собственную смекалку);
- вера в контекст (вера в поддержку в классе – от учителя и одноклассников);
- регуляторные процессы (позволяющие ученику выработать адаптивную стратегию для успешного учебного процесса – насколько может подстроиться под стиль преподавания преподавателя и т.д.).

Отдельного внимания заслуживают личностные целевые ориентировки. Авторы выделяют 4 типа таких ориентировок - решение сложных задач, обучение новым вещам, внутренняя мотивация учиться (ориентировка на достижение целей, связанных с решением учебных задач - task mastery goal); демонстрация превосходства над одноклассниками и стремление получить похвалу от учителя (преследование личностных целей, не связанных с учебными задачами и ориентировка на достижение - ego approach goal); стремление скрыть собственную слабость / некомпетентность (преследование собственных целей и ориентировка на избегание - ego avoidance goal); склонность прилагать минимальные усилия в работе (ориентировка на избегание учебных задач - work avoidance goal).

1) для измерения школьных достижений использовался тест школьных достижений (30 заданий, $\alpha = 0.82$), а также измерялся общий учебный балл по итогам окончания класса и оценок учителей. Помимо прочего оценивались участие в школьной учебной деятельности (активность на занятиях) и активность вне школьной деятельности (как часто ученики проявляют активность, связанную с учебой вне школы – смотрят научные программы и выписывают научно-популярные журналы и т.д.).

Методы обработки данных: для определения индивидов с похожим профилем способностей использовался обратный факторный анализ (inverse factor analysis). Данный вид факторного анализа использовался отдельно для выборки мальчиков и девочек.

Результаты количественного анализа

Благодаря процедуре обратного факторного анализа авторам удалось выделить повторяющиеся типы школьников (мальчиков и девочек) с похожим профилем способностей. Для определения количества повторяющихся типов выделили четыре критерия: паттерн графика собственных значений факторов; воспроизводимость факторов; экономичность факторного решения; интерпретируемость факторов.

Таким образом, авторы пришли к решению, что выделение двух факторов по каждой гендерной группе является наилучшим решением с точки зрения перечисленных критериев (см. таблицу 1). Нагрузки по факторам представляют степень, с которой профиль способностей индивида имеет сходство с прототипичным профилем обозначенного типа. Нагрузки по факторам по мальчикам и девочкам приведены в таблицах 2 и 3 соответственно. Исходя из таблиц видно, что по мальчикам и девочкам выделяется 2 фактора. Также авторы получили, что часть учеников имеет значения, противоположные значениям, указанным в таблицах. Таким образом, каждый из факторов отражает 2 типа с зеркальными значениями относительно друг друга. То есть, в итоге получилось четыре типа профилей способностей по мальчикам и по девочкам.

Результаты качественного анализа

Описание типов школьников приведено в таблице 4. Из нее видны следующие типы школьников с определенным профилем способностей:

Типы мальчиков:

- 1) Способный учиться и уверенный в собственной компетентности;
- 2) тревожный и преследующий собственные цели;
- 3) мотивированный и готовый учиться;
- 4) способный учиться, но избегающий работы.

Типы девочек:

- 1) Способная учиться;
- 2) положительно воспринимающая свой класс;
- 3) уверенная в собственной компетентности и готовая учиться;
- 4) тревожная и преследующая собственные цели.

Помимо выделения указанных типов авторы использовали корреляционный анализ с целью посмотреть, насколько можно распространить результаты на всю выборку, независимо от гендерной принадлежности ученика. Результаты корреляционного анализа показывают сильную взаимосвязь между первым типом мальчиков и третьим типом девочек ($r = 0.77$) и четвертым типом мальчиков и четвертым типом девочек ($r = 0.76$). Результаты приведены в таблице 7. На основе этих результатов авторы выделяют ориентированный на достижение тип учеников (*mastery-oriented pattern*) и беспомощный тип (*helpless pattern*). Первому типу свойственны высокие показатели по тестам достижений, вовлеченность в учебный процесс, уверенность в собственной компетентности, высокая внутренняя мотивация учиться и позитивное восприятие школьной среды. Второму типу свойственны низкая вовлеченность в учебный процесс, неуверенность в собственной компетентности, стремление избежать работы, преследование собственных целей, демонстрация негативных эмоций.

Общие выводы

Благодаря личностно-центрированному подходу и методу обратного факторного анализа в рамках данного исследования удалось выделить типы школьников с устойчивым профилем свойств, характеризующих качество учебного процесса и степень учебных достижений.

Таким образом, личностно-центрированный подход в большей степени концентрируется на когнитивных и мотивационных компонентах учебного профиля школьников. То есть, если подход, центрированный на отдельных переменных, позволяет сравнивать способности учеников, отталкиваясь от некоторого среднего значения, то личностно-центрированный подход охватывает целый комплекс компонентов школьников, заставляя обратить внимание на общие черты. Так, например, беспомощный тип школьников, выделенный авторами исследования, не отрицает наличие хороших когнитивных способностей учеников, но заставляет обратить внимание на мотивационные компоненты.

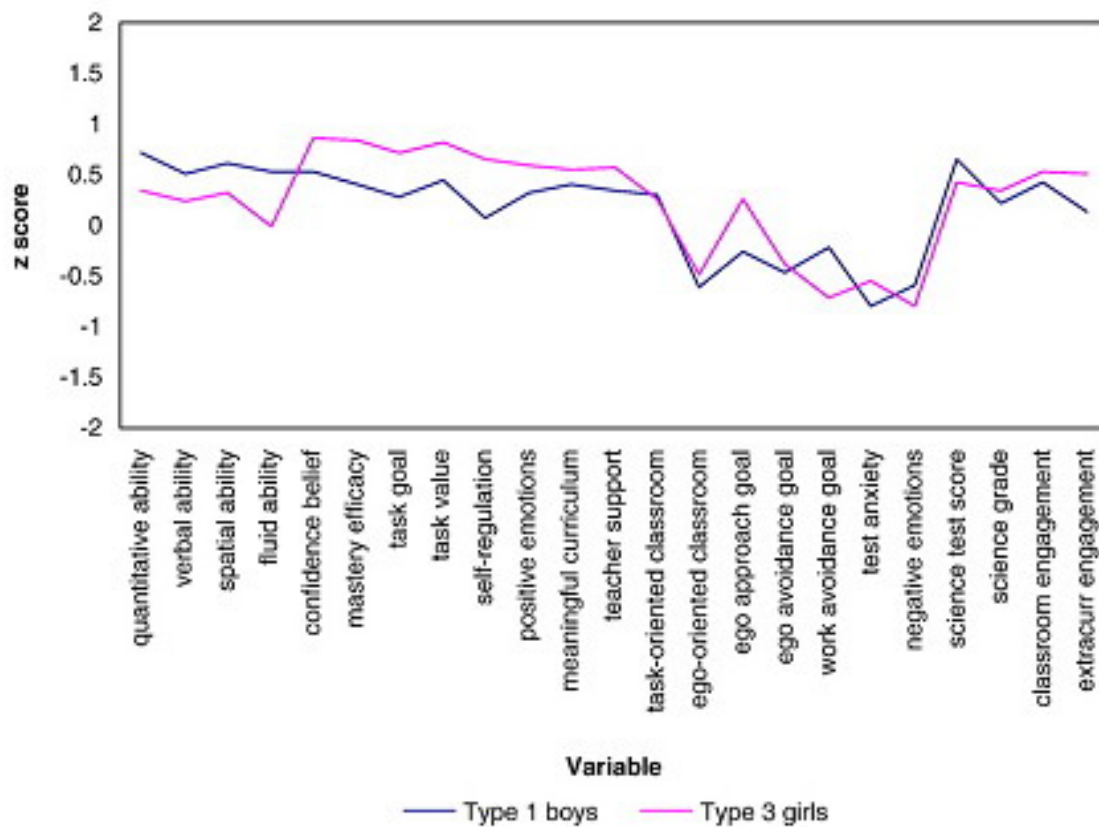


Fig. 1. Profiles of type 1 boys and type 3 girls.

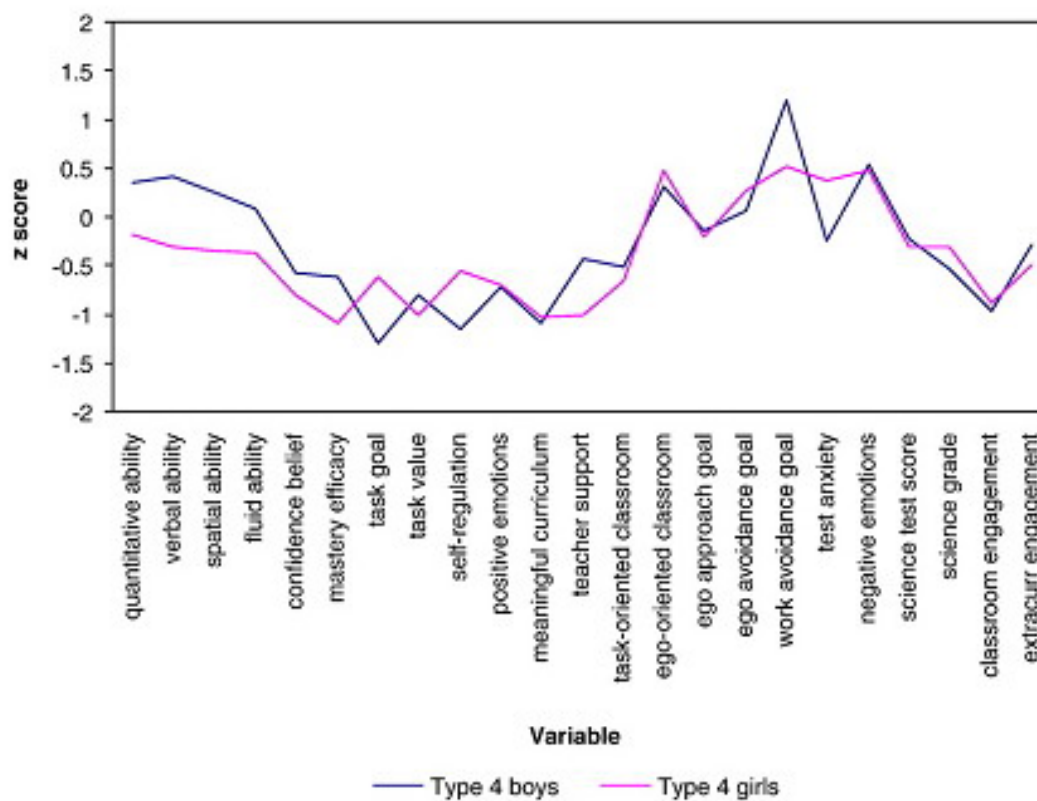


Fig. 2. Profiles of type 4 boys and type 4 girls.

Table 1

Factor replicability for boys and girls: correlations between factor scores on varimax-rotated factors derived separately in two split-half subsamples

Convergence correlation between split-half subsamples for factor								
Number of factors extracted	1	2	3	4	5	6	7	Mean
<i>Boys</i>								
Two	0.90	0.81						0.85
Three	0.66	0.60	0.29					0.51
Four	0.80	0.53	0.53	0.21				0.52
Five	0.74	0.53	0.76	0.24	0.66			0.59
Six	0.72	0.56	0.64	0.64	0.44	0.27		0.55
Seven	0.68	0.56	0.70	0.34	0.27	0.45	0.46	0.49
<i>Girls</i>								
Two	0.86	0.61						0.73
Three	0.77	0.72	0.31					0.60
Four	0.84	0.82	0.67	0.20				0.63
Five	0.88	0.74	0.61	0.47	0.44			0.63
Six	0.77	0.66	0.66	0.59	0.52	0.47		0.61
Seven	0.70	0.60	0.49	0.49	0.53	0.48	0.35	0.52

Table 2

Factor scores of the aptitude variables for boys

Types 1/2 boys		Types 3/4 boys	
Attributes	Factor score	Attributes	Factor score
Quantitative ability	1.19	Personal task goal	1.51
Science confidence belief	1.12	Self-regulation	1.47
Verbal ability	1.05	Curricular meaningfulness	1.25
Science mastery efficacy belief	0.94	Task value	1.18
Spatial ability	0.80	Science mastery efficacy belief	0.62
Fluid ability	0.67	Positive emotions in class	0.53
Curricular meaningfulness	0.55	Test anxiety	0.44
Task value	0.51	Teacher support	0.36
Teacher support	0.47	Task goal emphasis in class	0.29
Task goal emphasis in class	0.25	Personal ego approach goal	0.23
Personal task goal	0.23	Personal ego avoidance goal	-0.06
Positive emotions in class	0.17	Science confidence belief	-0.16
Self-regulation	-0.01	Ego goal emphasis in class	-0.32
Personal work avoidance goal	-0.77	Negative emotions in class	-0.89
Personal ego approach goal	-0.92	Spatial ability	-0.91
Personal ego avoidance goal	-1.37	Fluid ability	-1.24
Negative emotions in class	-1.50	Quantitative ability	-1.26
Ego goal emphasis in class	-1.55	Verbal ability	-1.41
Test anxiety	-1.83	Personal work avoidance goal	-1.62

Table 3
Factor scores of the aptitude variables for girls

Types 1/2 girls		Types 3/4 girls	
Attributes	Factor score	Attributes	Factor score
Spatial ability	1.88	Science mastery efficacy belief	1.28
Quantitative ability	1.81	Science confidence belief	1.17
Verbal ability	1.65	Personal task goal	0.94
Fluid ability	1.54	Task value	0.92
Science confidence belief	0.60	Curricular meaningfulness	0.79
Science mastery efficacy belief	0.06	Teacher support	0.75
Personal work avoidance goal	0.02	Positive emotions in class	0.67
Personal ego approach goal	-0.09	Self-regulation	0.59
Negative emotions in class	-0.26	Task goal emphasis in class	0.47
Task value	-0.43	Spatial ability	0.16
Test anxiety	-0.49	Quantitative ability	-0.03
Self-regulation	-0.50	Verbal ability	-0.06
Positive emotions in class	-0.58	Fluid ability	-0.16
Ego goal emphasis in class	-0.66	Personal ego approach goal	-0.22
Personal task goal	-0.66	Personal ego avoidance goal	-1.07
Personal ego avoidance goal	-0.88	Ego goal emphasis in class	-1.23
Teacher support	-0.92	Personal work avoidance goal	-1.56
Curricular meaningfulness	-1.00	Test anxiety	-1.64
Task goal emphasis in class	-1.07	Negative emotions in class	-1.78

Table 4
Descriptive labels and group size of each type

	<i>n</i>	Descriptive labels	
		Typical characteristics	Atypical characteristics
<i>Boys</i>			
Type 1	50	Able and confident	not anxious, not ego-involved
Type 2	51	Anxious and ego-involved	not able, not confident
Type 3	19	Intrinsically motivated, task-involved	not able, not work avoidant
Type 4	24	Able but work avoidant	not intrinsically motivated, not task-involved
<i>Girls</i>			
Type 1	30	Able	not positive perception of classroom
Type 2	33	Positive perception of classroom	not able
Type 3	46	Confident and task-involved	not anxious, not ego-involved
Type 4	30	Anxious and ego-involved	not confident, not task-involved

Table 5
Means and ANOVA results of the measures used to derive and validate male types

Derivation measures	Type 1 boys (n=50)	Type 2 boys (n=51)	Type 3 boys (n=19)	Type 4 boys (n=24)	F ratio
<i>Cognitive abilities</i>					
Quantitative ability	0.71 ^a	-0.37 ^b	-0.65 ^b	0.36 ^a	23.82**
Verbal ability	0.51 ^a	-0.30 ^b	-0.47 ^b	0.42 ^a	9.66**
Spatial ability	0.62 ^a	-0.50 ^b	-0.40 ^b	0.24 ^a	15.21**
Fluid ability	0.53 ^a	-0.23 ^{bc}	-0.58 ^c	0.08 ^{ab}	9.21**
<i>Competence-related beliefs</i>					
Science confidence belief	0.52 ^a	-0.40 ^b	0.50 ^a	-0.57 ^b	14.10**
Science mastery efficacy belief	0.40 ^b	-0.32 ^c	0.89 ^a	-0.62 ^c	19.02**
<i>Task orientation and intrinsic motivation</i>					
Personal task goal	0.29 ^b	-0.19 ^c	1.25 ^a	-1.29 ^d	53.07**
Task value	0.45 ^a	-0.27 ^b	0.74 ^a	-0.80 ^c	19.47**
Self-regulation	0.08 ^b	0.03 ^b	0.89 ^a	-1.16 ^c	21.44**
Positive emotions in class	0.33 ^{ab}	-0.12 ^b	0.49 ^a	-0.72 ^c	9.41**
<i>Context beliefs</i>					
Curricular meaningfulness	0.41 ^a	-0.12 ^b	0.82 ^a	-1.10 ^c	22.92**
Teacher support	0.35 ^a	-0.22 ^b	0.64 ^a	-0.43 ^b	9.23**
Task goal emphasis in class	0.31 ^a	-0.08 ^{ab}	0.19 ^a	-0.51 ^b	4.41**
Ego goal emphasis in class	-0.62 ^b	0.35 ^a	-0.08 ^a	0.31 ^a	11.28**
<i>Negative characteristics</i>					
Personal ego approach goal	-0.26 ^b	0.37 ^a	0.48 ^a	-0.14 ^b	4.91**
Personal ego avoidance goal	-0.46 ^b	0.46 ^a	0.22 ^a	0.07 ^a	7.88**
Personal work avoidance goal	-0.22 ^b	-0.01 ^b	-0.74 ^c	1.20 ^a	22.75**
Test anxiety	-0.79 ^c	0.83 ^a	-0.01 ^b	-0.25 ^b	44.81**
Negative emotions in class	-0.60 ^b	0.40 ^a	-0.26 ^b	0.54 ^a	13.92**
<i>Validation measures</i>					
Science test score	0.65 ^a	-0.51 ^b	-0.11 ^b	-0.22 ^b	13.53**
Science grade	0.22 ^a	-0.07 ^{ab}	0.00 ^{ab}	-0.54 ^b	2.93*
Classroom engagement	0.43 ^a	-0.11 ^b	0.51 ^a	-0.96 ^c	16.62**
Extracurricular engagement	0.14 ^b	-0.28 ^b	0.70 ^a	-0.28 ^b	5.76**

All measures were standardized within boys. Newman-Keuls tests were used for post-hoc comparisons. Groups that share a superscript do not differ from one other at $\alpha=0.05$ level.

** $p < 0.01$

Table 6

Means and ANOVA results of the measures used to derive and validate female types

Derivation measures	Type 1 girls (<i>n</i> =30)	Type 2 girls (<i>n</i> =33)	Type 3 girls (<i>n</i> =46)	Type 4 girls (<i>n</i> =30)	<i>F</i> ratio
<i>Cognitive abilities</i>					
Quantitative ability	0.68 ^a	-0.63 ^c	0.34 ^a	-0.19 ^b	15.06**
Verbal ability	0.71 ^a	-0.54 ^c	0.24 ^b	-0.31 ^c	11.23**
Spatial ability	0.78 ^a	-0.82 ^d	0.33 ^b	-0.36 ^c	22.48**
Fluid ability	1.09 ^a	-0.66 ^c	-0.01 ^b	-0.38 ^{bc}	24.26**
<i>Competence-related beliefs</i>					
Science confidence belief	0.22 ^b	-0.03 ^b	0.83 ^a	-1.09 ^c	23.75**
Science mastery efficacy belief	-0.30 ^b	-0.06 ^b	0.87 ^a	-0.81 ^c	37.84**
<i>Task orientation and intrinsic motivation</i>					
Personal task goal	-0.55 ^c	0.27 ^b	0.72 ^a	-0.61 ^c	19.69**
Task value	-0.09 ^b	0.20 ^b	0.81 ^a	-1.00 ^c	38.13**
Self-regulation	-0.47 ^c	0.09 ^b	0.65 ^a	-0.55 ^c	15.06**
Positive emotions in class	-0.12 ^b	0.36 ^a	0.59 ^a	-0.71 ^c	14.08**
<i>Context beliefs</i>					
Curricular meaningfulness	-0.46 ^b	0.50 ^a	0.55 ^a	-1.03 ^c	36.25**
Teacher support	-0.43 ^b	0.54 ^a	0.58 ^a	-1.00 ^c	36.99**
Task goal emphasis in class	-0.54 ^b	0.61 ^a	0.26 ^a	-0.65 ^b	15.47**
Ego goal emphasis in class	-0.27 ^b	0.29 ^a	-0.48 ^b	0.47 ^a	8.70**
<i>Negative characteristics</i>					
Personal ego approach goal	-0.16	0.25	0.25	-0.20	2.20
Personal ego avoidance goal	-0.41 ^b	0.59 ^a	-0.38 ^b	0.27 ^a	10.18**
Personal work avoidance goal	0.10 ^a	0.21 ^a	-0.72 ^b	0.52 ^a	14.36**
Test anxiety	-0.08 ^{ab}	0.10 ^a	-0.54 ^b	0.37 ^a	5.91**
Negative emotions in class	-0.03 ^a	0.08 ^a	-0.79 ^b	0.47 ^a	14.78**
<i>Validation measures</i>					
Science test score	0.37 ^a	-0.65 ^b	0.43 ^a	-0.31 ^b	9.62**
Science grade	0.18 ^{ab}	-0.33 ^b	0.34 ^a	-0.30 ^b	4.08**
Classroom engagement	-0.15 ^b	0.29 ^a	0.52 ^a	-0.89 ^c	18.11**
Extracurricular engagement	0.01 ^b	-0.10 ^b	0.51 ^a	-0.49 ^b	7.53**

All measures were standardized within girls. Newman-Keuls tests were used for post-hoc comparisons. Groups that share a superscript do not differ from one other at $\alpha=0.05$ level.

** $p<0.01$

Table 7

Profile correlations between the four male and female types

Subgroup	Type 1 boys	Type 2 boys	Type 3 boys	Type 4 boys
Type 1 girls	0.37	-0.37	-0.71**	0.53**
Type 2 girls	-0.45*	0.49*	0.55**	-0.34
Type 3 girls	0.77**	-0.70**	0.65**	-0.75**
Type 4 girls	-0.74**	0.64**	-0.65**	0.76**

The highest (and positive) correlations across both the row and column are **boldfaced**.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.