

Confirmatory Factor Analysis of Scientific Creativity

Wilailak Suwannat

M.Ed. (Educational Research and Evaluation), Graduate Student
Prince of Songkla University, Pattani Campus

Jirawat Tunsakul

Ph.D. (Educational Measurement and Evaluation), Lecturer
Department of Education Research and Evaluation, Faculty of Education
Prince of Songkla University, Pattani Campus

Narongsak Rorbkorb

Ph.D. (Educational Measurement and Evaluation), Lecturer
Department of Education Research and Evaluation, Faculty of Education
Prince of Songkla University, Pattani Campus

Teerayout Rascha

Ph.D. (Curriculum and Instruction), Lecturer
Department of Education, Faculty of Education
Prince of Songkla University, Pattani Campus

Received: December 19, 2019/ **Revised:** August 7, 2020/ **Accepted:** September 16, 2020

Abstract

The objective of this research is to deploy confirmatory factor analysis of scientific creativity among student of Mattayom 3 in the Secondary Educational Office Service Area 15. The stratified random sampling technique is used to select 500 student. The population used in the research is 46 students in Mathayomsuksa 3 under the Office of the Secondary Educational Service Area 15, with a total number of 28,095 students (refer to the information of the information of the 2017 academic year 2017). The instrument used in this research was a scientific creativity scale with validity between 0.60 to 1.00, difficulty between 0.33 to 0.49, discriminant between 0.22 to 0.48 and reliability of 0.98. The data are analyzed using confirmatory factor analysis. The opinion test of the measurement model was determined by statistical values. (Model measurement) A fair idea based on the Goodness of fit measure (Goodness of fit measure) in conjunction with the shellac cutting or heat in the calibration (Fitted residuals matrix) and the opinion test of the measurement model. By finding the model's suitability index (Goodness of fit indices).

The results were that scientific creativity consisted of three factors with fluency, originality and flexibility which were consistent of the empirical data $\chi^2 = 8.87$, $df = 46$, $p\text{-value} = 0.35$, $RMSEA = 0.011$, $RMR = 0.011$, $CFI = 1.00$, $GFI = 1.00$. The weight of factor between 0.20 to 0.52.

Keywords: Confirmatory Factor Analysis, Scientific Creativity

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

วิไลลักษณ์ สุวรรณทัต

ศษ.ม. (การวิจัยและประเมินผลการศึกษา), นักศึกษาปริญญาโท
ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

จิระวัฒน์ ต้นสกุล

ค.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา), อาจารย์
ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ

ปร.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา), อาจารย์
ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ธีระยุทธ รัชชะ

ปร.ด. (สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน), อาจารย์
ภาควิชาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

วันรับบทความ : 19 ธันวาคม 2562/ วันแก้ไขบทความ : 7 สิงหาคม 2563/ วันตอบรับบทความ : 16 กันยายน 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 15 จำนวน 500 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 15 จำนวน 46 โรงเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 28,095 คน (อ้างอิงจากข้อมูลสารสนเทศปีการศึกษา 2560 สพม.15) เครื่องมือวิจัยเป็นแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ความตรงมีค่าตั้งแต่ 0.60–1.00 ความยากมีค่าตั้งแต่ 0.33–0.49 อำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.22–0.48 และค่าความเที่ยง 0.98 การวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดพิจารณาจากค่าสถิติ (Measurement model) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากค่าสถิติ วัดความกลมกลืน (Goodness of fit measures) ร่วมกับการวิเคราะห์เศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อนในการเทียบความกลมกลืน (Fitted residuals matrix) และการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัด โดยหาค่าดัชนีความเหมาะสมพอดีของโมเดล (Goodness of fit indices)

ผลการวิจัย พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดคล่อง (Fluency) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) โมเดลการวัดขององค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสมสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนประกอบด้วย $\chi^2 = 8.87$, $df = 46$, $p\text{-value} = 0.35$, $RMSEA = 0.011$, $RMR = 0.011$, $CFI = 1.00$, $GFI = 1.00$ และน้ำหนักองค์ประกอบมีค่าตั้งแต่ 0.20 - 0.52

คำสำคัญ: การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน, ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

บทนำ

ปัจจุบันโลกแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นโลกที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญในทุกด้านของสังคม ซึ่งล้วนเป็นผลมาจากการคิดที่แปลกใหม่ทั้งสิ้น นอกจากนั้น ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงความเจริญก้าวหน้าของประเทศด้วย ความเจริญก้าวหน้าเกิดจากประชากรในประเทศที่กล้าคิดแตกต่าง คิดริเริ่มสร้างสรรค์ ผสมผสานกับการใช้จินตนาการในการสร้างสรรค์นวัตกรรมที่มีประโยชน์ต่อสังคมโลก จึงทำให้มวลมนุษยามีนวัตกรรมที่ใช้ในการอำนวยความสะดวกกันอยู่ในโลกปัจจุบัน (วิจารณ์ พาณิช, 2555) การพัฒนาหลักสูตรรูปแบบและกระบวนการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษให้ทันสมัย สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงหรือความก้าวหน้าทางวิชาการ แนวคิดที่กล่าวมาข้างต้นสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้ระบุว่าผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำเป็นต้องเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้า หาความรู้ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ดังนั้น เพื่อให้ได้บุคคลที่มีคุณภาพทางด้านวิทยาศาสตร์ จึงจำเป็นจะต้องเตรียมบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่การศึกษาในระดับประถมศึกษาและต่อเนื่องในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีการสร้างน้อยและส่วนใหญ่สร้างตามแนวทฤษฎีของ Torrance (1992) มาใช้ในการศึกษาวิจัยในรูปแบบของการเรียนการสอน โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ใน 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความคิดคล่อง (Fluency) เป็นความสามารถในการผลิตความคิดทางภาษาได้หลากหลายเพื่อตอบสนองต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่น ๆ

ไม่ว่าจะเป็นความคิด ทางภาษา หรือท่าทาง หรือกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นความคิดคล่องทางด้านการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Associational Fluency) 2) ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดแปลกใหม่ที่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาความคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่น ๆ หรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านความคิดหรือการกระทำ และ 3) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้หลากหลาย คิดได้หลากหลาย และสามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายๆ ด้าน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาวิดา ตั้งกมลศรี (2552) กล่าวว่า องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถทางสมองในด้านความคิดคล่อง ความคิดริเริ่ม และความคิดยืดหยุ่น โดยการเชื่อมโยงความรู้ และนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตเนื้อหา

การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เรื่อง มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ตามทฤษฎีของ Torrance (1992) ประกอบด้วย องค์ประกอบที่ 1 ความคิดคล่อง องค์ประกอบที่ 2 ความคิดริเริ่ม องค์ประกอบที่ 3 ความคิดยืดหยุ่น เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขอบเขตประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่

การศึกษามัธยมศึกษา เขต 15 จำนวน 46 โรงเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 28,095 คน (อ้างอิงจาก ข้อมูลสารสนเทศปีการศึกษา 2560 สพม.15)

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 สำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 15 จำนวน 12 โรงเรียน 500 คน โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้ขนาดสถานศึกษาเป็น กลุ่มในการสุ่ม ได้แก่ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 3 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ 3 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 3 โรงเรียน และ ขนาดเล็ก 3 โรงเรียน

นิยามศัพท์

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ หลักการทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามทฤษฎีของ Torrance มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ในการคิดตอบสนองต่อปัญหา หรือ เหตุการณ์ได้จำนวนมากที่สุด มีความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน

ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความคิดแปลก ใหม่ไม่ซ้ำแบบใคร เป็นความคิดที่แตกต่างไปจาก ผู้อื่น

ตาราง 1

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่ต้องการวัด	ข้อที่ (1)					
	1	2	3	4	5	6
1.ความคิดคล่อง (Fluency) (I1)	✓	✓	✓			
2.ความคิดริเริ่ม (Originality) (I2)	✓			✓	✓	✓
3.ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) (I3)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์เพื่อคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทางหลายรูปแบบจากการจัดกลุ่มหรือ ประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตาม แนววิธีคิดที่แตกต่างกัน

วิธีการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ตามแนวคิดทฤษฎีของ Torrance (1992) มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความคิดคล่อง 2) ความคิด ริเริ่ม และ 3) ความคิดยืดหยุ่นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมา จำนวน 6 ข้อดังนี้

การตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นแบบวัด ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน ความตรงมีค่า ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ความยากมีค่าตั้งแต่ 0.33 – 0.49 อำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.22 – 0.48 และค่า ความเที่ยงเท่ากับ 0.98

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยใช้แจงรายละเอียดของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 500 คน โดยเก็บข้อมูลช่วงเดือนพฤษภาคม- สิงหาคม 2562

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลความตรงเชิงโครงสร้าง (Structure Validity) ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis) โดยการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัด (Measurement model) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากค่าสถิติ วัดความกลมกลืน (Goodness of fit measures) ร่วมกับการวิเคราะห์เศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อนในการเทียบความกลมกลืน (Fitted residuals matrix) (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) โดยใช้โปรแกรม LISREL

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัด โดยหาค่าดัชนีความเหมาะสมพอดีของโมเดล (Goodness of fit indices) โมเดลการวัดองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง (Fluency) ความคิดริเริ่ม (Originality) และ ความคิดยืดหยุ่น

ตาราง 2

ค่าดัชนีทดสอบโมเดลการวัดองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมพอดี	เกณฑ์	ค่าดัชนี	ผลบ่งชี้
1. ค่าสถิติไค-สแควร์ χ^2		48.87	สอดคล้องดี
2. ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ	$P > .05$	0.35	สอดคล้องดี
3. ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์	$\chi^2/df < 2.00$	1.06	สอดคล้องดี
4. ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดี	$GFI > .90$	0.99	สอดคล้องดี
5. ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีที่ปรับแก้แล้ว	$AGFI > .90$	0.97	สอดคล้องดี
6. ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของส่วนที่เหลือ	$RMR < .05$	0.011	สอดคล้องดี
7. ดัชนีรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า	$RMSEA < .05$	0.011	สอดคล้องดี
8. ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีเชิงเปรียบเทียบ	$CFI > .90$	1.00	สอดคล้องดี

Chi-Square = 48.87 , $p = 0.35$, $df = 46$, $\chi^2 / df = 1.06$, $GFI = 0.99$, $AGFI = 0.97$, $CFI = 1.00$, $RMSEA = 0.011$, $RMR = 0.011$

* $p < .05$

(Flexibility) สรุปว่าโมเดลการวัดขององค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถอธิบายคุณลักษณะการวัดได้ และมีความเหมาะสมสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ สามารถแสดงผลได้ดังตาราง 2

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดริเริ่ม และความคิดยืดหยุ่น สรุปผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งผลการวิเคราะห์ทำให้ได้ค่าต่าง ๆ ดังนี้

1. ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading: λ) พบว่า องค์ประกอบที่ 1 ความคิดคล่อง ประกอบด้วย E1I2, E1I1, E1I3, มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ 0.16, 0.20, 0.40 ตามลำดับ องค์ประกอบที่ 2 ความคิดริเริ่ม ประกอบด้วย E2I6, E2I4, E2I5, E2I1 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ 0.18, 0.27, 0.40, 0.52 ตามลำดับ และองค์ประกอบที่ 3 ความคิดยืดหยุ่น ประกอบด้วย E3I1, E3I2, E3I4, E3I6, E3I3, E3I5 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ 0.21, 0.22, 0.28, 0.38, 0.31, 0.33 ตามลำดับ ดังภาพประกอบ 1

2. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error: SE) พบว่า องค์ประกอบที่ 1 ความคิดคล่อง ประกอบด้วย E1I1, E1I2, E1I3, มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ 0.04, 0.04, 0.06 ตามลำดับ องค์ประกอบที่ 2 ความคิดริเริ่ม ประกอบด้วย E2I4, E2I6, E2I1, E2I5 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ 0.03, 0.03, 0.04, 0.04 ตามลำดับ และองค์ประกอบที่ 3 ความคิดยืดหยุ่น ประกอบด้วย E3I1, E3I2, E3I3, E3I4, E3I6, E3I5 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ 0.03, 0.03, 0.03, 0.03, 0.03, 0.04 ตามลำดับ ดังภาพประกอบ 1

3. ค่าการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (t-values) พบว่า องค์ประกอบที่ 1 ความคิดคล่อง ประกอบด้วย E1I2, E1I1, E1I3, มีค่าเท่ากับ 4.28, 5.18, 6.92 ตามลำดับ องค์ประกอบ ที่ 2 ความคิดริเริ่ม ประกอบด้วย E2I6, E2I4, E2I5, E2I1 มีค่า

เท่ากับ 5.05, 8.53, 10.69, 11.84 ตามลำดับ และ องค์ประกอบที่ 3 ความคิดยืดหยุ่น ประกอบด้วย E3I1, E3I2, E3I6, E3I5, E3I4, E3I3 มีค่าเท่ากับ 7.25, 7.30, 8.82, 8.86, 8.95, 9.67 ตามลำดับ

4. ค่า Square multiple correlation (R^2) พบว่า องค์ประกอบที่ 1 ความคิดคล่อง ประกอบด้วย E1I2, E1I1, E1I3, มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ 0.07, 0.12, 0.44 ตามลำดับ องค์ประกอบที่ 2 ความคิดริเริ่ม ประกอบด้วย E2I6, E2I4, E2I5, E2I1 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ 0.08, 0.21, 0.31, 0.39 ตามลำดับ และองค์ประกอบที่ 3 ความคิดยืดหยุ่น ประกอบด้วย E3I1, E3I2, E3I6, E3I4, E3I5, E3I3 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ 0.15, 0.17, 0.20, 0.22, 0.25, 0.29 ตามลำดับ สามารถแสดงผลในตาราง 3

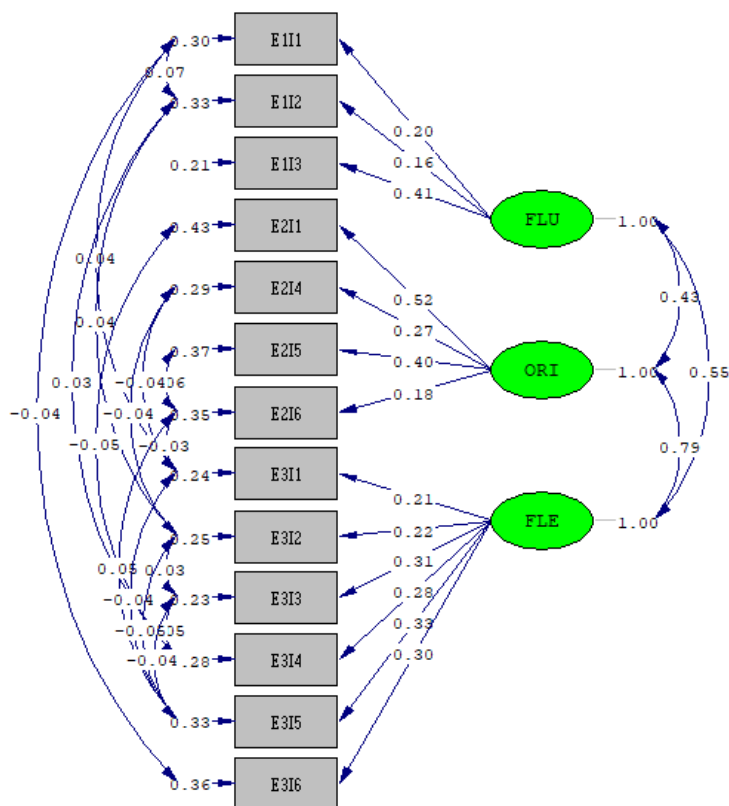
ตาราง 3

ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (λ) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ค่าการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (t) และค่า Square multiple correlation (R^2) ของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันขององค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ผลการวิเคราะห์			
		น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t-value	R^2
ความคิดคล่อง (FLU)	E1I1	0.20	0.04	5.18	0.12
	E1I2	0.16	0.04	4.28	0.07
	E1I3	0.41	0.06	6.92	0.44
ความคิดริเริ่ม (ORI)	E2I1	0.52	0.04	11.84	0.39
	E2I4	0.27	0.03	8.53	0.21
	E2I5	0.40	0.04	10.69	0.31
	E2I6	0.18	0.03	5.05	0.08
ความคิดยืดหยุ่น (FLE)	E3I1	0.21	0.03	7.25	0.15
	E3I2	0.22	0.03	7.30	0.17
	E3I3	0.31	0.03	9.67	0.29
	E3I4	0.28	0.03	8.95	0.22
	E3I5	0.33	0.04	8.86	0.25
	E3I6	0.30	0.03	8.82	0.20

ภาพประกอบ 1

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์



Chi-Square=48.87, df=46, P-value=0.35838, RMSEA=0.011

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่าโมเดลการวัดองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงให้เห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้กรอบแนวคิดดังกล่าวไปใช้ในการสร้างเครื่องมือและเป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรสำคัญ ได้แก่ 1) ความคิดคล่อง 2) ความคิดริเริ่ม 3) ความคิดยืดหยุ่น อย่างหนึ่งของการเรียนรู้ เป็นการคิดที่ทำให้การแก้ปัญหา มีทางเลือกที่หลากหลายและแปลกใหม่ มีองค์ประกอบการคิดที่เอื้อต่อการหาแนวการแก้ปัญหา De Bono (1982) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นการคิดนอกกรอบ เพื่อสร้างแนวคิดใหม่ที่น่าสนใจแก้ปัญหาได้หลายๆ แนวคิด และนำ

แนวคิดเหล่านี้ไปพัฒนาต่อเพื่อให้สามารถใช้แก้ปัญหาที่ต้องการได้ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ Torrance ที่กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลเป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ ขึ้น และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดหลายแง่มุมและยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ (วิทยา ทวีทรัพย์, 2532) พบว่าความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันสอดคล้องกับ ศราวุธ ชาญนคร และคณะ (2557) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

เพิ่มขึ้น และงานวิจัย (บุญรัตน์ จันทร, 2558) ได้ศึกษาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม พบว่าความคิดทั้ง 3 องค์ประกอบอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ (ปาริสา ผ่องพันธุ์งาม, 2550) ได้ศึกษาผลการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละด้าน คือ ความคิดคล่อง $\bar{X} = 23.87$ ความคิดยืดหยุ่น $\bar{X} = 14.83$ ความคิดริเริ่ม $\bar{X} = 12.93$ และ มัสยา แสนสม (2552) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำวิจัยไปใช้

1.1 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาตอนต้นมีความตรงเชิงโครงสร้างและมีความพึงก่ขึ้นสารสนเทศของแบบวัดที่แสดงถึงเหมาะสมกับผู้สอบที่มีระดับความสามารถนำไปวัดความคิดสร้างสรรค์เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาของนักเรียนต่อไปได้

1.2 ในการนำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ควรสร้างความคุ้นเคยเป็นกันเองใช้คำพูดกระตุ้นกับเด็กสร้างแรงจูงใจให้เด็กเห็นความจำเป็นในการทำแบบวัดแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระจะช่วยให้ผู้เรียนได้พบความคิดใหม่ ๆ

1.3 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะแบบวัดเป็นพหุมิติเป็นทักษะสำคัญที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการค่าค่าคะแนนมาตรฐาน (Normalization) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.2 ควรมีการตรวจสอบหาความตรงด้วยวิธีอื่นเช่นการใช้เมตริกลักษณะหลากหลายวิธีมาใช้วิเคราะห์ MIRT

2.2 ควรมีการศึกษาคุณลักษณะที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). *โมเดลลิซเรล: สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญรัตน์ จันทร. (2558). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลกล โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้นจาก <http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2559/KC5308029.pdf>
- ปาริสา ผ่องพันธุ์งาม. (2550). *ผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ประทุม อัตชู. (2547). *ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภาวิดา ตั้งกมลศรี. (2552). *การพัฒนาชุดกิจกรรมฝึกเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- มัสยา แสนสม. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์*. (สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิทยา ทวีทรัพย์. (2532). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล จังหวัดอุดรธานี*. (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ศรายุทธ ชาญนกร ประทุม อัตชู และศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2557). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง บรรยากาศด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์*. สืบค้นจาก <https://gsbooks.gs.kku.ac.th/58/the34th/pdf/HMO50.pdf>
- De Bono, Edward. (1982). *Lateral Thinking: A Text book of Creativity*. Harondswort. Penquin Book.
- Torrence, E. P. (1992). A National Climate for Creativity and invention. *Gifted Child Today*. 5(1), 10-14.