

## ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา

ทศพร ทองเที่ยง<sup>1</sup> มนูญญา เพียรเจริญ<sup>1</sup> รัฐพล สวัสดิ์<sup>3</sup> ศราวุฒิ จันท์แฉล้ม<sup>3</sup> วัลลภา นาคมิ<sup>3</sup>  
 วรากร รัตนอารีกุล<sup>5</sup> พรรณปพร กองแก้ว<sup>5</sup> ทรงพล คุณศรีสุข<sup>5</sup> วาสนา มานิช<sup>5</sup> จิตรวดี คมเดช<sup>4</sup>  
 จิราภรณ์ คงคุ้ม<sup>4</sup> สุกัลยา ตันติวิศวรรุจิ<sup>4</sup> บัญญัติ เล็กประเสริฐ<sup>4</sup> ไกรศิลา กานนท์<sup>4</sup>  
 ดวงหทัย วิวัฒน์รัตน์<sup>4</sup> และ ธัญญารัตน์ คงขุนเทียน<sup>2</sup>

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

รับเมื่อ 14 กันยายน 2550 ตอรับเมื่อ 5 มิถุนายน 2551

### บทคัดย่อ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะที่คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยใช้แนวทางของทฤษฎีสถิตยศาสตร์ด้วยปัญญา (Constructionism) โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ของครูสอนวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจำนวน 8 เขตใน 5 จังหวัดภาคตะวันตก คือ ราชบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม โดยคาดหวังให้ผลสัมฤทธิ์ดังกล่าวถ่ายทอดสู่นักเรียนต่อไป หลังจากให้ความรู้แก่ครูโดยการอบรม หลักสูตรประกอบด้วย 1) การเรียนรู้ สร้งสรรคด้วยปัญญาเพื่อพัฒนาโครงสร้างความคิด 2) กระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ การใช้โครงงาน วิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ ทำการประเมินผลสัมฤทธิ์โดยใช้วิธีประเมินแบบผสมแบ่งเป็น 1) เจตคติทาง วิทยาศาสตร์ 3 คุณลักษณะ ได้แก่ มีความสนใจใฝ่รู้ ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น และมีความคิดสร้างสรรค์ 2) คุณลักษณะ ที่คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จำนวน 11 คุณลักษณะ ได้แก่ ให้ความร่วมมือกับกลุ่ม มีความ มั่นใจในตนเอง มีเหตุผล ทำงานตามกำหนดเวลา วิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ มีความมั่นใจในตนเอง เสนอแนวทางการแก้ ปัญหาได้ วางแผนงานได้ สนุกสนานขณะร่วมกิจกรรม ภูมิใจในผลงานของตนเอง เห็นคุณค่าของผู้อื่น และคิดเป็นระบบ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าหลักสูตรการอบรมสามารถพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 คุณลักษณะและคุณลักษณะที่คาด หวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 10 คุณลักษณะของครูให้เพิ่มขึ้นได้ และเมื่อประเมินผลจากผู้ได้รับการ อบรมที่สมัครใจเข้าร่วมการดำเนินงานโครงงานวิทยาศาสตร์ภายใต้คำแนะนำอย่างต่อเนื่องพบว่าสามารถพัฒนาเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 คุณลักษณะ และคุณลักษณะที่คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 6 คุณลักษณะ ให้เพิ่มขึ้นได้เช่นกัน ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าหลักสูตรการอบรมที่จัดขึ้นและโครงงานวิทยาศาสตร์สามารถใช้ร่วมกันใน การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะที่คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางได้เป็นอย่างดี

**คำสำคัญ :** การเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง / การเรียนรู้แบบสร้งสรรคด้วยปัญญา / โครงงานวิทยาศาสตร์ / ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้

- 1 อาจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตราชบุรี
- 2 นักวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตราชบุรี
- 3 ผู้ช่วยนักวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตราชบุรี
- 4 นักวิจัย สถาบันการเรียนรู้
- 5 นักวิจัย ศูนย์วิจัยและบริการเพื่อชุมชนและสังคม

## Achievement of Child-Centered Learning using Science Project to Science Teachers from the Expanded Opportunity Education Schools

Todsaporn Thongthieng<sup>1</sup>, Rattapon Sawatdee<sup>3</sup>, Mananya Phiancharoen<sup>1</sup>,  
Sarawut Junchalam<sup>3</sup>, Wanlapa Nakmee<sup>3</sup>, Warakorn Rattana-areekul<sup>5</sup>,  
Punpaporn Kongkaew<sup>5</sup>, Songpon Koonsrisook<sup>5</sup>, Wasana Manish<sup>5</sup>, Jitrawadee Komdhet<sup>4</sup>,  
Jiraporn Kongkum<sup>4</sup>, Sukanlaya Tantiwisawaruji<sup>4</sup>, Banyat Lekprasert<sup>4</sup>, Kraisila Kanont<sup>4</sup>,  
Duanghathai Wiwatratana<sup>4</sup>, and Tanyarat Khongkhuntian<sup>2</sup>  
King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangmod, Toongkru, Bangkok 10140

*Received 14 September 2007 ; accepted 5 June 2008*

### Abstract

This research objective was to study the achievement of promoting the scientific attitude and expected child-centered learning ability using Constructionism approach and Science project as a tool of learning. The research expected that science teachers from the expanded opportunity education schools under 8 educational service area offices in 5 provinces of western Thailand (Ratchaburi, Kanchanaburi, Petchaburi, Samutsakorn and Samutsongkram) who involve in this research will get expected achievement and then can be transfer to their students. The curriculum includes 1) The Constructionism training to build up thinking perception 2) The science learning processes training. After that, the participants will be encouraged to use science project as a tool of learning. The teachers who join to this project had been evaluated by mix evaluation method. These aspects were distributed to 1) 3 characteristics showing the scientific attitude, i.e. Inquisitiveness, Open-minded and Creativity 2) 11 characteristics showing expected child-center learning ability, i.e. Participating, Self-confidence, Reasonability, On time working, Problem determination, Solution introducing, Expedient planning, Participating with enjoyment, Self-satisfaction with works, Colleague-endeavor realization, and Logical and systematic thinking. The result shows that this set of training curriculum can promote 35 attendants' all scientific attitude characteristics and 10 expected child-center learning characteristics. 27 attendants, who were trained previously by this research curriculum, volunteer to conduct science project under continuous guidance. The result shows that attendants can improve their all scientific attitude characteristics and 6 expected child-center learning characteristics, either. These results indicate using the curriculum together can improve the all scientific attitude and expected child-center learning characteristics, effectively.

**Keywords :** Child-centered Learning / Constructionism / Science Project / Learning Achievement

<sup>1</sup> Lecturer, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Ratchaburi Campus.

<sup>2</sup> Researcher, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Ratchaburi Campus.

<sup>3</sup> Assistance Researcher, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Ratchaburi Campus.

<sup>4</sup> Researcher, Learning Institute.

<sup>5</sup> Researcher, University for Community Research and Service Center.

## 1. บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ได้บัญญัติสาระในหมวดของความมุ่งหมายและแนวทางการจัดการศึกษาที่สำคัญว่า “การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ คุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด” ซึ่งเป็นความมุ่งหมายและแนวทางการจัดการศึกษาที่มีความชัดเจน พร้อมทั้งให้ความสำคัญแก่ผู้เรียนให้ได้รับการพัฒนาตามศักยภาพของตน เป็นแนวทางการจัดการศึกษาแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ทั้งนี้จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดที่มีระบบเพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย แทนการเรียนรู้แบบท่องจำ แนวทางการจัดการศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบนั้นมีหลากหลายแนวทาง การจัดการศึกษาโดยใช้แนวทางของ Constructionism หรือการเรียนรู้ด้วยการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา เป็นแนวทางหนึ่งที่พบว่ามีความสำเร็จในระดับหนึ่งในประเทศไทย [1-2] การจัดการศึกษาเหล่านี้โดยตามโครงสร้างของการศึกษา ครูเป็นผู้ที่มีบทบาทและเป็นผู้ที่อยู่ใกล้ชิดกับผู้เรียนมากที่สุด การพัฒนาการศึกษาจึงควรส่งเสริมความเข้าใจในการเรียนรู้ให้แก่ครูเพื่อช่วยเสริมประสิทธิภาพในการสอน โดยเฉพาะในด้านของการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นศาสตร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ อยู่เสมอด้วยเหตุนี้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นในการถ่ายทอดความรู้ต่างๆ เพียงอย่างเดียวนั้นจะไม่ทันสมัย และไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการค้นหาความจริงในธรรมชาติ โดยอาศัยกระบวนการแสวงหาความรู้ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จึงควรถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ไปพร้อมกัน แต่ในปัจจุบันพบว่าครูวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา จำนวนมากไม่ได้จบการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนครูผู้สอนของโรงเรียนขยายโอกาส อีกทั้งยังขาดแคลนสื่อการสอนด้านวิทยาศาสตร์ ดังที่รายงาน

ในงานวิจัยของวิจิตรา บุษบา [3] และ ธวัชชัย สุตาศักดิ์ [4] ซึ่งให้เห็นว่าเกิดจากการขาดแคลนงบประมาณของโรงเรียน สิ่งเหล่านี้เป็นอุปสรรคในการจัดการศึกษาแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งผลให้การจัดการศึกษาในโรงเรียนนั้นมีประสิทธิภาพน้อยกว่าที่ควรจะเป็นตามหลักสูตรการศึกษา เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่การศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะที่คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยใช้แนวทางของทฤษฎีการสร้างสรรคด้วยปัญญา (Constructionism) โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ (Tools) เพื่อพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะที่คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของครูและโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ครูได้พัฒนาขึ้นจะสามารถนำมาใช้เป็นสื่อช่วยการสอน ซึ่งจะทำให้กระบวนการถ่ายทอดความรู้สู่ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

## นิยามศัพท์

1. การเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยใช้ทฤษฎีการสร้างสรรคด้วยปัญญา

จากการรวบรวมข้อมูลจากทฤษฎีการศึกษา และรูปแบบการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง อันได้แก่ทฤษฎี Constructionism ทฤษฎี Constructivism รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสวน (Inquiry - based learning) การเรียนรู้แบบหัวข้อปัญหา (Problem - based learning) และการเรียนรู้แบบโครงการ (Project - based learning) [1, 5-12] สามารถสรุปลักษณะของความสามารถที่คาดหวังจากผู้เรียนจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คือ ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจในตนเอง เชื่อมั่นในตนเอง เห็นคุณค่าของตนเองและผู้อื่น มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ มีเหตุผลและเชื่อมโยงความรู้ สามารถวิเคราะห์ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นหรือได้รับและวางแผนงานเพื่อแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างมีระบบ และดำเนินงานตามที่ได้วางแผนไว้ได้ อีกทั้งยังสามารถสื่อสารและปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ทั้งเพื่อรับความรู้และอธิบายความรู้ในตนเองได้ ซึ่งหากผู้เรียนมีทักษะ ดังกล่าวเพียงพอ และสามารถประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้แล้วนั้น

ผู้เรียนจะสามารถพัฒนาตนเองตามศักยภาพของตนได้อย่างต่อเนื่อง

2. การเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือการเรียนรู้

โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นการสำรวจ ตรวจสอบ และศึกษาสถานการณ์ เหตุการณ์ หรือปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของการเรียนการสอนแบบโครงงาน (Project-based learning) และเป็นการเรียนการสอนแบบองค์รวมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการสำรวจ ตรวจสอบ และศึกษาสถานการณ์หรือเหตุการณ์ โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่มีความซับซ้อนและต้องการกระบวนการทางความคิด รวมทั้งการใช้ระยะเวลาในการศึกษา ทำความเข้าใจ ทั้งนี้อาจจะใช้เป็นเวลาเป็นสัปดาห์จนถึงเป็นปีขึ้นอยู่กับลักษณะงาน เนื่องจากโครงงานวิทยาศาสตร์จะมุ่งเน้นการศึกษาธรรมชาติ การสร้างสิ่งประดิษฐ์ หรือการทดสอบ จึงทำให้ผู้เรียนรู้ได้ฝึกฝนทักษะต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การค้นคว้า การเก็บข้อมูล จำแนกข้อมูลหรือตัวแปร การวางแผนการทดลองหรือการศึกษา การทดลอง และการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลจากที่ได้ศึกษาหรือทดลอง

3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อการคิด การกระทำ และการตัดสินใจที่จะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ซึ่งประกอบด้วย ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ ความอดทนมุ่งมั่น ความมีใจกว้าง ความคิดสร้างสรรค์ มีความสงสัยและความกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ [5]

4. ผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ผลการประเมินคุณลักษณะที่แสดงเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถที่คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของครูที่ผ่านการอบรมและการประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์แบบผสมคือการประเมินด้วยการสังเกต ร่วมกับแบบสอบถามและรายงานโครงงานฉบับสมบูรณ์ โดยนักวิชาการที่จบวิทยาศาสตร์สายตรงจำนวน 3-5 คน

5. โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา หมายถึง โรงเรียนประถมศึกษาเดิมที่เปิดสอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อให้โอกาสทางการศึกษาตามสิทธิการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีตามที่กำหนดไว้ในรัฐธรรมนูญ ในเขตพื้นที่จังหวัดราชบุรี กาญจนบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### Constructionism Approach

Constructionism หรือการเรียนรู้ด้วยการสร้างสรรค์ด้วยปัญญานั้นเป็นทฤษฎีและนวัตกรรมในการเรียนรู้พัฒนาโดย Professor Seymour Papert แห่ง M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) โดยวางอยู่บนรากฐานของทฤษฎี Constructivist ของ ชอง เปียเจต์ (Jean Piaget) ซึ่งมีความคิดเห็นว่าความรู้ไม่ได้เกิดจากการถ่ายทอดจากครูสู่ผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่ยังเกิดจากโครงสร้างในความคิดของผู้เรียนด้วย ทฤษฎี Constructionism ได้แนะนำแนวคิดใหม่ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้ภายนอกหรือการสร้างสร้างสิ่งบางอย่างที่สามารถสะท้อนความคิดและนำสื่อหรือ การนำความคิดมาแบ่งปันร่วมกับผู้อื่น [1] โดย Papert ได้อธิบายความแตกต่างของ Constructionism และ Constructivism ไว้ดังนี้ “ตัวหนังสือ V ของ Constructivism แสดงแนวความคิดของทฤษฎีว่าความรู้นั้นถูกสร้างโดยผู้เรียน มิใช่จากผู้สอนเพียงอย่างเดียว ในขณะที่ตัวหนังสือ N ใน Constructionism นั้น แสดงลักษณะการเกิดแนวความคิดที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสมเมื่อผู้เรียนได้เข้าร่วมในการสร้างสรรค์สิ่งบางอย่าง หรืออย่างน้อยในการแบ่งปันความคิดเห็น” [13]

**ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism)** หรือ ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมีโครงสร้างตามสมการดังภาพ

ประสบการณ์ใหม่ / ความรู้ใหม่+ประสบการณ์เดิม / ความรู้เดิม = องค์ความรู้ใหม่ของบุคคล

โดยมีสาระสำคัญว่า ความรู้ไม่ใช่มาจากการสอนของครูหรือผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่ความรู้จะเกิดขึ้นและสร้างขึ้นโดยผู้เรียนเอง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (Learning by doing) นอกจากนั้นมองลึกลงไปถึงการพัฒนาการของผู้เรียนในการเรียนรู้ซึ่งจะมีมากกว่าการได้ลงมือปฏิบัติสิ่งใดสิ่งหนึ่งเท่านั้น แต่ยังรวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้ในตัวของผู้เรียนเอง ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมภายนอก หมายความว่า ผู้เรียนจะสามารถเก็บข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมภายนอกและเก็บเข้าไปเป็นโครงสร้างของความรู้ภายในของตนเอง ขณะเดียวกันก็สามารถเอาความรู้ภายในที่ตนเองมีอยู่แล้วแสดงออกมาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายนอกได้ และจะเกิดเป็นวงจรต่อไปเรื่อยๆ ดังนั้นในการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จะได้ผลดีถ้าหากว่าผู้เรียนเข้าใจในตนเอง มองเห็นความสำคัญในสิ่งที่เรียนรู้และสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เก่า รู้ว่าตนเองได้เรียนรู้อะไร และสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา ซึ่งทั้งหมดจะอยู่ภายใต้ประสบการณ์และบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ [1-2]

อนึ่งทฤษฎี Constructionism ยังเน้นให้เห็นความสำคัญของการเรียนรู้ร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนเห็นว่าคนเป็นแหล่งความรู้อีกแหล่งหนึ่งที่สำคัญ ครูผู้สอนตามหลักการของ Constructionism นอกจากจะมีบทบาทในการช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แล้วนั้น ยังมีบทบาทในการเน้นย้ำและสื่อให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร และนำไปใช้ประโยชน์อะไร สัมพันธ์กับสิ่งอื่นอย่างไร และหากผู้เรียนได้ประจักษ์แก่ใจตนเองแล้วก็แสดงว่าความรู้ นั้นได้เกิดขึ้นอย่างมีความหมายกับผู้เรียนแล้ว [1-2]

### 3. วิธีดำเนินการทดลอง

#### การดำเนินการระยะที่ 1 การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ด้วยการอบรม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับช่วงชั้นที่ 2 - 3 (ประถมศึกษาตอนปลาย-มัธยมศึกษาตอนต้น) จำนวน 35 คน จากจังหวัดราชบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบ Cluster sample [14] ตามเขตพื้นที่การศึกษา จัดอบรมตามหลักสูตรดังนี้

1. การเรียนรู้สร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) เพื่อปรับกระบวนการทางความคิด ผักผันโดยใช้สถานการณ์จำลอง โดยใช้ Mind Mapping และ FILA table เป็นเครื่องมือระยะเวลาการอบรม 2 วัน ระหว่างวันที่ 20 - 22 เมษายน 2549 ประเมินความสามารถของผู้อบรมโดยวิทยากรเกื้อหนุน (Facilitator)

2. กระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมลักษณะสร้างสถานการณ์จริงผ่านสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวเพื่อฝึกฝนทักษะในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การบรรยายและการสังเกตการณ์ ระยะเวลาการอบรม 3 วัน ระหว่างวันที่ 2 - 4 พฤษภาคม 2549 ประเมินความสามารถของผู้อบรมผ่านผู้ร่วมกิจกรรมและวิทยากรเกื้อหนุน ทำการประเมินการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะที่คาดหวังจากการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 11 คุณลักษณะ ผ่านหลักสูตรการอบรมพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ตามนิยามศัพท์ของการประเมิน [15] จากนั้นทำการสร้างแบบประเมินเพื่อใช้ประเมินก่อนและหลังผ่านหลักสูตรการอบรม โดยกำหนดคุณลักษณะเพื่อประเมินดังนี้

คุณลักษณะที่ 1 มีความสนใจใฝ่รู้ (เจตคติทางวิทยาศาสตร์)

คุณลักษณะที่ 2 ให้ความร่วมมือกับกลุ่ม (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 3 มีความมั่นใจในตนเอง (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 4 ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น (เจตคติทางวิทยาศาสตร์)

คุณลักษณะที่ 5 มีเหตุผล (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 6 ทำงานตามกำหนดเวลา (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 7 วิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 8 มีความคิดสร้างสรรค์ (เจตคติทางวิทยาศาสตร์)

คุณลักษณะที่ 9 เสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้ (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 10 วางแผนงานได้ (คาดหวังจากการ

เรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 11 สนุกสนานขณะร่วมกิจกรรม (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 12 ภูมิใจในผลงานของตัวเอง (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 13 เห็นคุณค่าของผู้อื่น (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 14 คิดเป็นระบบ (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

แบบประเมินมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด = 1 น้อย = 2 ปานกลาง = 3 มาก = 4 มากที่สุด = 5

### การดำเนินการระยะที่ 2 การพัฒนาการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับช่วงชั้นที่ 2 - 3 ซึ่งเป็นผู้ได้รับการอบรมและสมัครใจเข้าร่วมโครงการการผลิตโครงงานวิทยาศาสตร์ ภายใต้คำแนะนำอย่างต่อเนื่องจำนวน 27 คน โดยมีกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. เขียนโครงร่างโครงงานวิทยาศาสตร์ตามความถนัดและสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น ส่งมายังคณะนักวิชาการเพื่อฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ การค้นคว้าและความเข้าใจในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และจะได้รับการแก้ไขกลับไป ระยะเวลาดำเนินการ 2 เดือนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน 2549

2. ประชุมชี้แจงการแก้ไขโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อเปิดโอกาสให้ครูผู้เข้าร่วมโครงการได้ซักถามความข้องใจและความสงสัย รวมถึงความเข้าใจบางส่วนในเนื้อหาเชิงลึกของโครงงานที่ผลกระทบทต่อการวางแผนงาน ระยะเวลาดำเนินการเดือนกรกฎาคม 2549

3. ดำเนินงานโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนเป็นผู้ช่วยวิจัย 2 คน โดยครูผู้เข้าร่วมโครงการบริหารเวลาและกิจกรรมเอง การติดตามดูการดำเนินงาน ปัญหาและอุปสรรคของโครงงานวิทยาศาสตร์ ในสถานที่จริง ประเมินคุณลักษณะของครูโดยผู้เชี่ยวชาญผ่านการสัมภาษณ์ และแบบสอบถาม ระยะเวลาดำเนินการ 4 เดือนระหว่างเดือน

สิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2549

4. ครูผู้เข้าร่วมโครงการส่งรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ ประเมินผ่านรูปเล่มและเนื้อหาภายในระยะเวลาดำเนินการ 2 เดือนระหว่างเดือนธันวาคม 2549 ถึงเดือนมกราคม 2550

ทำการประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะที่คาดหวังจากการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 10 คุณลักษณะ เมื่อใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ซึ่งตัดคุณลักษณะที่ประเมินผ่านเอกสารได้ยากออกไป 4 คุณลักษณะได้แก่ มีความมั่นใจในตนเอง สนุกสนานขณะร่วมกิจกรรม ภูมิใจในผลงานของตัวเอง และเห็นคุณค่าของผู้อื่น ประเมินผลก่อนและหลังการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดคุณลักษณะเพื่อประเมินดังนี้

คุณลักษณะที่ 1 มีความสนใจใฝ่รู้ (เจตคติทางวิทยาศาสตร์)

คุณลักษณะที่ 2 มีความมั่นใจในตนเอง (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 3 ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น (เจตคติทางวิทยาศาสตร์)

คุณลักษณะที่ 4 มีเหตุผล (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 5 ทำงานตามกำหนดเวลา (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 6 วิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 7 มีความคิดสร้างสรรค์ (เจตคติทางวิทยาศาสตร์)

คุณลักษณะที่ 8 เสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้ (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 9 วางแผนงานได้ (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

คุณลักษณะที่ 10 คิดเป็นระบบ (คาดหวังจากการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

เปรียบเทียบระหว่างก่อนการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และหลังการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ การประเมินก่อนทำโครงงานประเมินโดยประเมินแบบผลมด้วยการสังเกต และแบบสอบถาม และหลังการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเมินผ่านรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์



ฉบับสมบูรณ์ ทั้งสองส่วนประเมินโดยนักวิชาการที่จบวิทยาศาสตร์สายตรง จำนวน 3 - 5 คน ทั้งนี้แบบประเมินมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด = 1 น้อย = 2 ปานกลาง = 3 มาก = 4 มากที่สุด = 5

#### ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

เมษายน 2549 - มกราคม 2550

## 4. ผลการวิจัย

### 4.1 การประเมินการพัฒนาเจตคติทาวิทยาศาสตร์ และคุณลักษณะที่คาดหวังจากการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบ มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 11

#### คุณลักษณะ ผ่านหลักสูตรการอบรมพัฒนาครูวิทยาศาสตร์

##### 4.1.1 การกระจายตัวของคุณลักษณะ

การประเมินพื้นฐานจำนวนทั้ง 14 คุณลักษณะ

ของกลุ่มตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นครูสอนวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 2 - 3 จากโรงเรียนขยายโอกาส ซึ่งสุ่มตัวอย่างโดยใช้ Cluster Sampling จากพื้นที่ 5 จังหวัด (ราชบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร) จำนวนทั้งสิ้น 35 คน ประกอบด้วย ชาย 10 คน หญิง 25 คน อายุระหว่าง 27 - 53 ปี ประเมินผ่านความเห็นของผู้เข้าร่วมการอบรมด้วยกัน (peer review) และวิทยาการเกื้อหนุน โดยประเมินเป็นพื้นฐานตลอดโครงการ

การวิเคราะห์การกระจายตัวของทุกคุณลักษณะของผู้เข้ารับการอบรมด้วยการวิเคราะห์แบบแปรปรวนสองทาง พบว่าผู้เข้าอบรมมีพื้นฐานคุณลักษณะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ( $P < 0.01$ ) โดย P-value ของข้อมูลมีค่าเท่ากับ  $1.6 \times 10^{-5}$  ทั้งนี้ความแปรปรวนของแต่ละคุณลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมี P - value ของข้อมูลมีค่าเท่ากับ 0 ดังตารางที่ 1

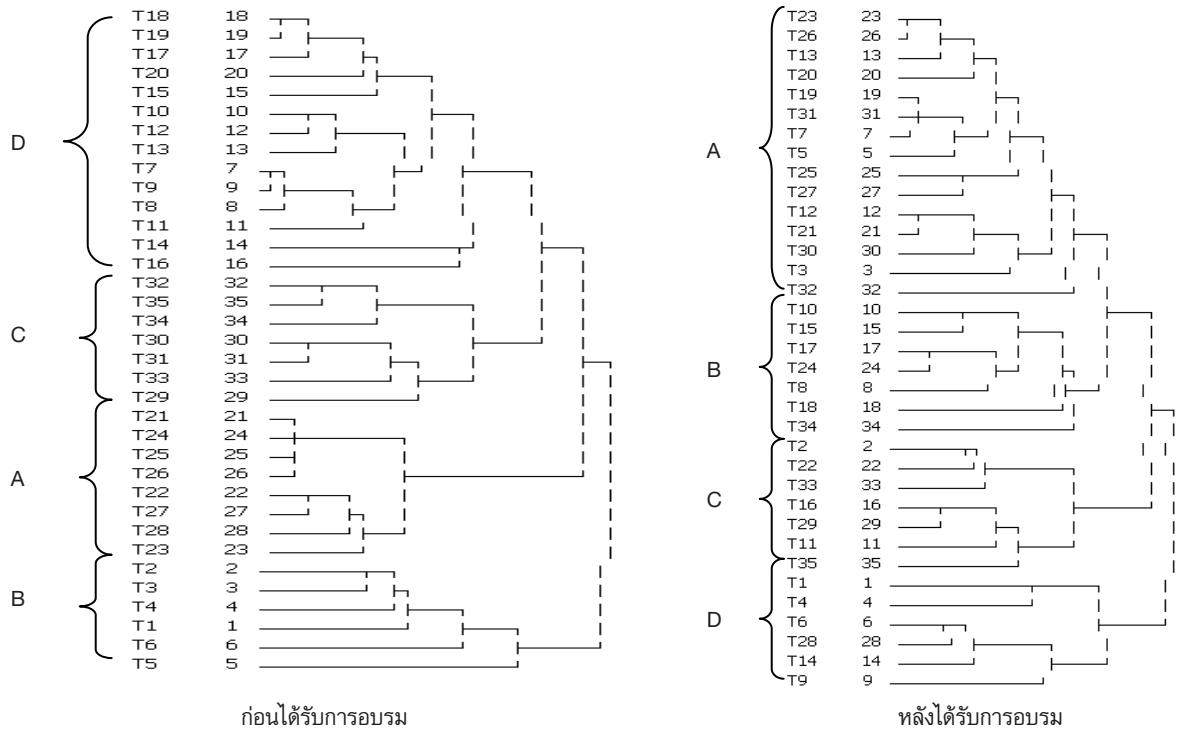
**ตารางที่ 1** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA Table) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณลักษณะโดยรวมของครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมโครงการ (บรรทัดที่ 1) และวิเคราะห์แต่ละคุณลักษณะเปรียบเทียบกัน (บรรทัดที่ 2)

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
ผู้เข้าอบรม	2693.554	283	9.517859	1.407757	1.62E-05	1.148184
คุณลักษณะ	51072.61	14	3648.044	539.5708	0	1.694268
Error	26787.12	3962	6.76101			
รวม	80553.29	4259				

การประเมินพื้นฐานในโครงการเน้นการประเมินโดยรวม และเมื่อพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีพื้นฐานไม่เท่ากัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้ทำการวิเคราะห์เพิ่มเติม โดยเมื่อวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างด้วย Cluster Analysis ผลที่ได้ยืนยันว่าพื้นฐานคุณลักษณะโดยรวมของประชากรแบ่งออกเป็นสี่กลุ่ม แบ่งออกเป็นกลุ่มมีคุณลักษณะทั้งหมดเพียงพอในการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Adequate group: A) จำนวน 6 คน กลุ่มมีคุณลักษณะส่วนใหญ่เพียงพอในการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Upper-intermediate group: B) จำนวน 8 คน กลุ่มมีคุณลักษณะบางส่วนเพียงพอในการเรียนรู้

ด้วยตนเองแบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Pre-intermediate group: C) จำนวน 7 คน และ กลุ่มคุณลักษณะไม่เพียงพอในการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Inadequate group: D) จำนวน 14 คน ทั้งนี้การจัดกลุ่มโดย Cluster Analysis ใช้มัธยฐาน (Median) และความแปรปรวนของคุณลักษณะทั้งหมดเป็นเกณฑ์ โดยกลุ่ม D มีมัธยฐานต่ำและความแปรปรวนสูง กลุ่ม C มีมัธยฐานปานกลาง ความแปรปรวนสูง กลุ่ม B มีมัธยฐานสูง ความแปรปรวนสูง กลุ่ม A มีมัธยฐานต่ำและความแปรปรวนต่ำดัง การจัดกลุ่มดังแสดงในรูปที่ 1



**รูปที่ 1** กลุ่มที่ได้จากการวิเคราะห์คุณลักษณะพื้นฐานโดยรวมของครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมโครงการด้วยวิธี Cluster Analysis ก่อนการอบรม (ซ้าย) และหลังการอบรม (ขวา) ทั้งนี้การจัดกลุ่มแบ่งโดยอิงมีอยู่ฐานของคุณลักษณะและความแปรปรวนของคุณลักษณะเป็นหลัก

ภายหลังจากผ่านหลักสูตรการอบรมได้ทำการประเมินคุณลักษณะต่างๆ ซ้ำ พบว่ากลุ่มตัวอย่างยังคงแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม แต่มีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนและสมาชิกในกลุ่ม พบว่าแบ่งกลุ่มได้ 4 กลุ่มเช่นเดิม แต่จำนวนครูจากกลุ่ม A มีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 15 คน กลุ่ม B มีจำนวน 7 คน กลุ่ม C จำนวน 6 คน และ กลุ่ม D จำนวน 7 คน พบว่ากลุ่ม C และ D มีจำนวนลดลงจากเดิม ดังที่แสดงในแผนภาพที่ 1 ทั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์รายคุณลักษณะเพื่อวิเคราะห์การพัฒนาคุณลักษณะที่คาดหวังจากหลักสูตรการอบรมที่กำหนดขึ้นต่อไป

**4.1.2 การพัฒนาความสามารถของคุณลักษณะเมื่อผ่านหลักสูตรการอบรม**

เมื่อทำการทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (t-test dependent) โดยวัดจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกันสองครั้ง โดยเปรียบเทียบผลประเมินโดยรวมของแต่ละคุณลักษณะในกลุ่มตัวอย่าง โดยตั้งสมมติฐานดังนี้

$H_0$ : คุณลักษณะไม่มีการเปลี่ยนแปลง ( $\mu_1 = \mu_2$ )

$H_1$ : คุณลักษณะมีการเปลี่ยนแปลง ( $\mu_1 \neq \mu_2$ )

ผลการวิเคราะห์เป็นดังตารางที่ 2

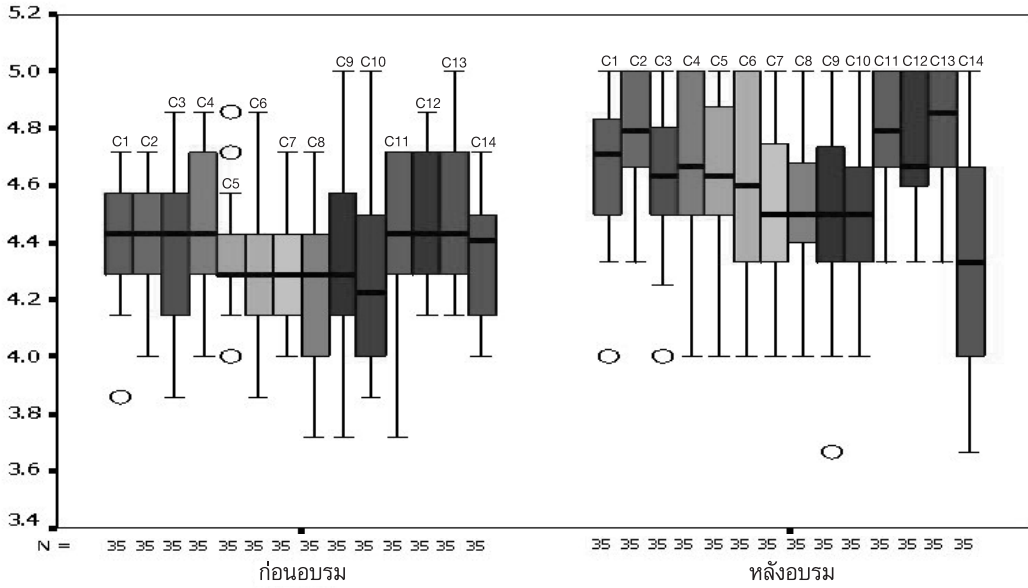


**ตารางที่ 2** ค่าสถิติเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมโครงการหลังผ่านหลักสูตรการอบรม (ค่า Sig. 2-tailed เมื่อต้องการค่าเฉพาะการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น /2) [14]

		Paired Differences				T	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	มีความสนใจใฝ่รู้	-.2649	.39176	.06622	-.3995	-.1304	-4.001	34	.000
Pair 2	ให้ความร่วมมือกับกลุ่ม	-.3655	.31772	.05370	-.4746	-.2563	-6.805	34	.000
Pair 3	มีความมั่นใจในตนเอง	-.2440	.43245	.07310	-.3925	-.0954	-3.338	34	.002
Pair 4	ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น	-.2226	.31521	.05328	-.3309	-.1143	-4.178	34	.000
Pair 5	มีเหตุผล	-.2739	.32034	.05415	-.3840	-.1639	-5.059	34	.000
Pair 6	ทำงานตามกำหนดเวลา	-.2650	.47619	.08049	-.4286	-.1014	-3.292	34	.002
Pair 7	วิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้	-.2561	.41706	.07050	-.3994	-.1129	-3.633	34	.001
Pair 8	มีความคิดสร้างสรรค์	-.3247	.38001	.06423	-.4552	-.1942	-5.055	34	.000
Pair 9	เสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้	-.1388	.44121	.07458	-.2904	.0127	-1.861	34	.071
Pair 10	วางแผนงานได้	-.1939	.43327	.07324	-.3427	-.0450	-2.647	34	.012
Pair 11	สนุกสนานขณะร่วมกิจกรรม	-.3623	.34172	.05776	-.4797	-.2449	-6.272	34	.000
Pair 12	ภูมิใจในผลงานตัวเอง	-.2206	.31763	.05369	-.3297	-.1115	-4.109	34	.000
Pair 13	เห็นคุณค่าผู้อื่น	-.2605	.31138	.05263	-.3674	-.1535	-4.949	34	.000
Pair 14	คิดเป็นระบบ	-.0889	.42452	.07280	-.2371	.0592	-1.222	33	.230

จะเห็นได้ว่า คุณลักษณะทั้งหมด ยกเว้น คุณลักษณะที่ 14 การคิดเป็นระบบมีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงให้เห็นว่า หลักสูตรการอบรมที่จัดขึ้นสามารถพัฒนาคุณลักษณะที่

1 - 13 ได้จริง โดยเมื่อใช้ ใช้ Box plot ทำการเปรียบเทียบจากการประเมินครั้งที่หนึ่ง (before) และครั้งที่สอง (after) จะเห็นได้ว่า คุณลักษณะทั้งหมด ยกเว้นคุณลักษณะที่ 14 มีการเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 2



**รูปที่ 2** Box plot แสดงการเปรียบเทียบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมโครงการ เปรียบเทียบระหว่างการประเมินก่อนและหลังผ่านการอบรม โดย C1 แทนคุณลักษณะที่ 1 C2 แทนคุณลักษณะที่ 2 ตามลำดับจนถึง C14 แทนคุณลักษณะที่ 14 เส้นทึบแทนมัธยฐานของคุณลักษณะนั้นๆ

ทั้งนี้จากการสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างพบว่าร้อยละ 85 ของกลุ่มตัวอย่างเห็นว่าการอบรมควรจัดรวมเป็นครั้งเดียวเพื่อความต่อเนื่องของเนื้อหา อีกทั้งมีความชื่นชอบหลักสูตรเนื่องจากนำไปใช้สอนได้จริง และไม่เคร่งเครียดมากนัก กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดแสดงความเห็นต้องการให้มีการจัดหลักสูตรการอบรมเช่นนี้สำหรับครูวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนวิทยาศาสตร์

**4.2. การประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะที่คาดหวังจากการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 10 คุณลักษณะ เมื่อใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ**

เมื่อทำการทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (t-test dependent) โดยวัดจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกันสองครั้ง โดยเปรียบเทียบผลประเมินโดยรวมของแต่ละคุณลักษณะในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการจัดทำโครงงาน วิทยาศาสตร์ โดยตั้งสมมติฐานดังนี้

$$H_0: \text{คุณลักษณะไม่มีการเปลี่ยนแปลง } (\mu_1 = \mu_2)$$

$$H_1: \text{คุณลักษณะมีการเปลี่ยนแปลง } (\mu_1 \neq \mu_2)$$

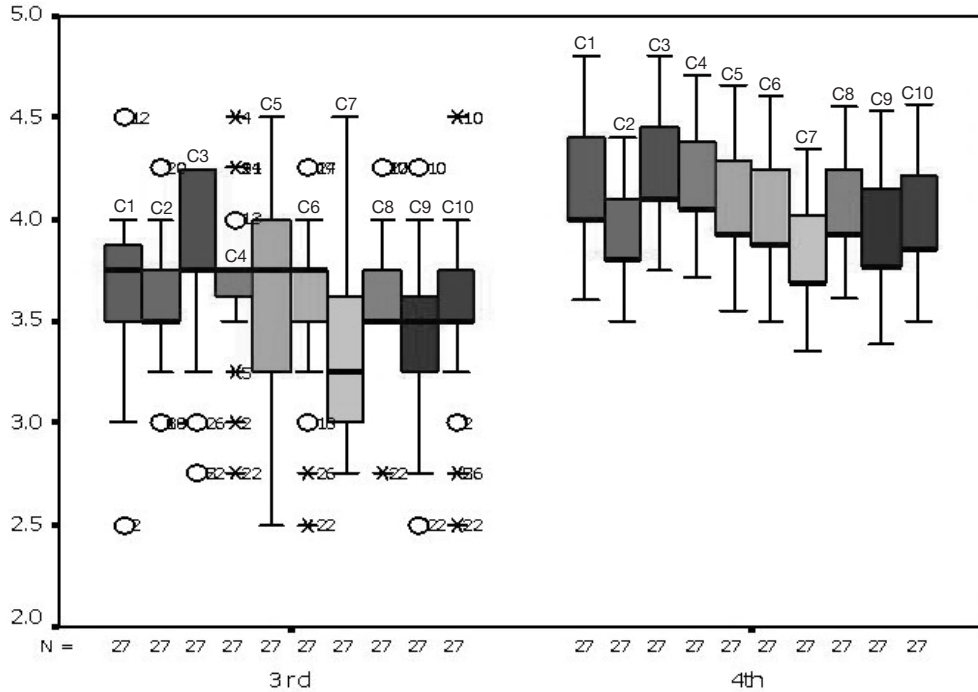
ผลการวิเคราะห์เป็นดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ค่าสถิติเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมโครงการหลังการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ (ค่า Sig. 2-tailed เมื่อต้องการค่าเฉพาะการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น /2) [14]

		Paired Differences				T	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	มีความสนใจใฝ่รู้	-.5000	.43765	.08423	-.6731	-.3269	-5.936	26	.000
Pair 2	มีความมั่นใจในตนเอง	-.3833	.36002	.06929	-.5258	-.2409	-5.533	26	.000
Pair 3	ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น	-.0722	1.98815	.38262	-.8587	.7143	-.189	26	.852
Pair 4	มีเหตุผล	-.4500	.41111	.07912	-.6126	-.2874	-5.688	26	.000
Pair 5	ทำงานตามกำหนดเวลา	-.4459	.49049	.09439	-.6400	-.2519	-4.724	26	.000
Pair 6	วิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้	-.4515	.42012	.08085	-.6177	-.2853	-5.584	26	.000
Pair 7	มีความคิดสร้างสรรค์	-.4233	.54258	.10442	-.6380	-.2087	-4.054	26	.000
Pair 8	เสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้	-.4306	.37378	.07193	-.5784	-.2827	-5.985	26	.000
Pair 9	วางแผนงานได้	-.4570	.42182	.08118	-.6239	-.2902	-5.630	26	.000
Pair 10	คิดเป็นระบบ	-.4494	.42360	.08152	-.6170	-.2819	-5.513	26	.000

จะเห็นได้ว่า คุณลักษณะทั้งหมด ยกเว้นคุณลักษณะที่ 3 ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงให้เห็นว่าการใช้โครงการวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้โดยใช้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางสามารถเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะที่ 1 - 2 และ 4 - 10 ของครูวิทยาศาสตร์ได้จริง

โดยเมื่อใช้ Box plot ทำการเปรียบเทียบจากการประเมินครั้งที่หนึ่ง และครั้งที่สอง จะเห็นได้ว่าคุณลักษณะ ทั้งหมด ยกเว้นคุณลักษณะที่ 3 มีการเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังมีความแปรปรวนน้อยลงดังรูปที่ 3



**รูปที่ 3** Box plot แสดงการเปรียบเทียบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมโครงการเปรียบเทียบระหว่างการประเมินก่อน (3<sup>rd</sup>) และหลังการทำโครงการวิทยาศาสตร์ (4<sup>th</sup>) โดย C1 แทนคุณลักษณะที่ 1 C2 แทนคุณลักษณะที่ 2 ตามลำดับจนถึง C10 แทนคุณลักษณะที่ 10 เส้นทึบแทนมัธยฐานของคุณลักษณะนั้นๆ

ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าครูวิทยาศาสตร์เมื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์มีค่าคุณลักษณะเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เห็นได้จากเมื่อทำการเปรียบเทียบผลประเมินก่อนและหลังโครงการวิทยาศาสตร์โดยจับคู่ทีละคุณลักษณะ โดยใช้วิธี t-test dependent พบว่าทุกคุณลักษณะมีผลการประเมินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นคุณลักษณะที่ 3 การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น และเมื่อใช้ Box plot ทำการเปรียบเทียบผลที่ได้สอดคล้องกับการใช้ t-test แสดงให้เห็นว่าคุณลักษณะต่างๆของกลุ่มตัวอย่างที่ได้ประเมินมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นเมื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์ อีกทั้งเมื่อวิเคราะห์แผนภาพที่ 3 พบว่าหลังการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนของคุณลักษณะลดลง

### 5. สรุปผลการวิจัย

#### 5.1 การประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะที่คาดหวังจากการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 11 คุณลักษณะของครูที่ผ่านหลักสูตรการอบรมพัฒนาครูวิทยาศาสตร์

##### 5.1.1 การกระจายตัวของคุณลักษณะ

การวิเคราะห์คุณลักษณะพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างก่อนการอบรมพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ในทุกๆ ทักษะ เมื่อวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างด้วย Cluster Analysis ผลที่ได้ยืนยันว่าพื้นฐานคุณลักษณะโดยรวมของประชากรแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ภายหลังจากอบรมได้ทำการประเมิน

คุณลักษณะต่างๆ ซ้ำ พบว่ากลุ่มตัวอย่างยังคงแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม แต่พบว่ากลุ่ม A มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมาก ในขณะที่กลุ่ม C และ D มีจำนวนลดลง

### 5.1.2 การพัฒนาของคุณลักษณะเมื่อผ่าน

#### หลักสูตรการอบรม

คุณลักษณะทั้งหมด ยกเว้นคุณลักษณะที่ 14 การคิดเป็นระบบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงให้เห็นว่าหลักสูตรการอบรมที่จัดขึ้นสามารถพัฒนาคุณลักษณะ มีความสนใจใฝ่รู้ ให้ความร่วมมือกับกลุ่ม มีความมั่นใจในตนเอง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น มีเหตุผล ทำงานตามกำหนดเวลา วิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ มีความคิดสร้างสรรค์ เสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้ วางแผนงานได้ สนุกสนานขณะร่วมกิจกรรม ภูมิใจในผลงานของตนเอง เห็นคุณค่าของผู้อื่น ของครู วิทยาศาสตร์ได้

### 5.2 การประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะที่คาดหวังจากการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 10 คุณลักษณะ เมื่อใช้โครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

คุณลักษณะทั้งหมด ยกเว้นคุณลักษณะที่ 3 ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงให้เห็นว่าการใช้โครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้โดยใช้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางสามารถเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะ มีความสนใจใฝ่รู้ มีความมั่นใจในตนเอง มีเหตุผล ทำงานตามกำหนดเวลา วิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ มีความคิดสร้างสรรค์ เสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้ วางแผนงานได้ คิดเป็นระบบของครู วิทยาศาสตร์ได้

## 6. วิจัยกรณีผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งปัญหาและข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้ สามารถอภิปรายผลดังหัวข้อดังนี้

### 6.1 การประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะที่คาดหวังจากการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 11

## คุณลักษณะ ผ่านหลักสูตรการอบรมพัฒนาครูวิทยาศาสตร์

### 6.1.1 การกระจายตัวของคุณลักษณะ

จากผลการวิจัยพบว่าพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาแตกต่างกัน ทั้งนี้จากการประเมินข้อมูลส่วนตัว ไม่พบว่าอายุและเพศมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อทักษะที่ได้รับการประเมิน

ผลการวิจัยร่วมกับการประเมินข้อมูลส่วนตัวมีประเด็นสำคัญที่ควรนำมาอภิปราย ดังนี้

1. จำนวนครูที่สอนวิทยาศาสตร์ที่สุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน พบว่า เป็นครูที่จบการศึกษาด้านการสอนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จำนวน 21 คน จบการศึกษาที่ไม่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จำนวน 14 คน

2. การกระจายตัวของข้อมูลคุณลักษณะโดยรวมของครูที่จบการศึกษาด้านการสอนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ A และ B จำนวน 6 คน อยู่ในระดับ C และ D จำนวน 15 คน

3. การกระจายตัวของข้อมูลคุณลักษณะโดยรวมของครูที่ไม่ได้จบการศึกษาด้านการสอนวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ A และ B จำนวน 8 คน อยู่ในระดับ C และ D จำนวน 6 คน

4. ครูที่มีคุณลักษณะพื้นฐานโดยรวมอยู่ในกลุ่ม C และ D มีจุดรวมของข้อมูลพื้นฐานคือ ครูมีการรับผิดชอบหลายสาระวิชาหรือมีงานด้านอื่นที่ไม่ใช่ด้านการสอนจำนวนมาก ครูบางท่านรับผิดชอบมากถึง 4 สาระวิชา โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.5 สาระวิชา ในทางกลับกัน ครูกลุ่ม C และ D มีภาระรับผิดชอบเฉลี่ย 1.2 วิชา

### 6.1.2 การพัฒนาของคุณลักษณะเมื่อผ่าน

#### หลักสูตรการอบรม

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าหลักสูตรการอบรมที่จัดขึ้นสามารถพัฒนาคุณลักษณะต่างๆ ได้จริงอย่างมีนัยสำคัญจำนวน 13 คุณลักษณะยกเว้นการคิดเป็นระบบ ซึ่งจำเป็นต้องใช้การฝึกฝนและระยะเวลา ทั้งนี้ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับกรณีความร่วมมือมูลนิธิศึกษาพัฒนา Constructionism Lab และคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ คัดเลือก 10 โรงเรียนจาก 10 จังหวัดที่มีความพร้อมทั้งด้านบุคลากรและอุปกรณ์ เข้าร่วมโครงการ

เพื่อทดลองดำเนินการสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนตาม ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ด้วยปัญญา โดยใช้ โปรแกรม MicroWorlds ความร่วมมือดังกล่าว สามารถสรุปผลการดำเนินงานเบื้องต้นได้ว่า นักเรียนรู้จักวางแผน การทำงาน ค้นหาข้อมูลและแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีการ จัดระบบความคิดของตนเองได้ดีขึ้น มีความมั่นใจใน ตนเองและกล้าแสดงออกมากขึ้น มีทักษะในการค้นหา ข้อมูลมากขึ้น ทั้งยังสามารถเรียนรู้เนื้อหาจากหลายๆ วิชา ได้ในคราวเดียวกัน ในขณะที่ครูได้ตระหนักถึงความ สามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนมากขึ้น และค่อยๆ เปลี่ยน บทบาทของผู้สอนไปเป็นผู้คอยสนับสนุนและอำนวยความสะดวก [1] อีกทั้งสอดคล้องกับผลการวิจัยของโสภณพรณ ชื่นทองคำ [15] ที่พบว่าการพัฒนากระบวนการเรียนรู้เพื่อ สร้างสรรค์ด้วยปัญญาแบบบูรณาการของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3/5 (1 ห้องเรียน) โรงเรียนบ้านสันกำแพง ตลอดปีการศึกษา 2543 โดยใช้โปรแกรม MicroWorlds และ Logo ผลการประเมินตามสภาพจริงพบว่าผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงทุกกลุ่มประสบการณ์ (ภาษาไทย คณิตศาสตร์ สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต สร้างเสริม ลักษณะนิสัย การงานและพื้นฐานอาชีพ และภาษาอังกฤษ) และผู้เรียนทุกคนสามารถใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ได้อย่างคล่องแคล่ว แต่ทั้งนี้การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัด แนวทางการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีสร้างสรรค์ด้วยปัญญาใน ประเทศไทยยังมีจำนวนน้อย ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาต่อ ไป

## 6.2 การประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์และ คุณลักษณะที่คาดหวังจากการเรียนรู้ด้วย ตนเองแบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 10 คุณลักษณะ เมื่อใช้โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือ

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใช้โครงการงาน วิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้โดยใช้ผู้เรียนเป็น ศูนย์กลางสามารถพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์และ คุณลักษณะที่คาดหวังจากการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบมีผู้ เรียนเป็นศูนย์กลางอย่างมีนัยสำคัญ จำนวน 9 คุณลักษณะ ยกเว้น การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งผลการวิจัย ดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของสุรางค์ ตระกูลราษฎร์ [6]

ได้วิจัยเปรียบเทียบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เมื่อสอนแบบโครงการงานวิทยาศาสตร์และการสอนแบบปกติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดดอนหวาย (นครรัฐประสาธ) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ โครงการงานวิทยาศาสตร์มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 โดยประเมิน 5 ทักษะคือ ทักษะการ จัดกระทำและการสื่อความหมายจากข้อมูล ทักษะการลง ความเห็นจากข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการ กำหนดและควบคุมตัวแปรและทักษะการทดลอง เจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับดี ทั้งนี้การทำ โครงการงานวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถพัฒนา คุณลักษณะการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นให้มีความ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญได้ อาจมีสาเหตุมาจากโครงการงาน วิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ส่วนใหญ่เป็นแนวคิดของครู เพียงคนเดียว นักเรียนเป็นเพียงผู้ช่วยทำโครงการงาน วิทยาศาสตร์เท่านั้น

จากผลการวิจัยและการสืบค้นงานวิจัยอื่นๆ ผู้ วิจัยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้

1. ผลที่ได้จากหลักสูตรตามงานวิจัยนี้อาจจะมีความแตกต่างกัน ในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน เพราะ ความรู้พื้นฐาน และสภาพแวดล้อมของผู้เรียนแตกต่างกัน ควรมีการปรับปรุงเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียนก่อนนำไปใช้
2. โรงเรียนและผู้สอนสามารถใช้รูปแบบการ เรียนรู้ตามการศึกษานี้ได้สำหรับผู้เรียนทุกชั้นและทุกวัยเมื่อ ทำการปรับปรุงเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียน
3. การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ผู้สอนต้องมีความอดทนรอคอยคำตอบ หรือผลจากการเกิดการเรียนรู้ ของผู้เรียนไม่ควรแนะนำให้ทำตาม หรือบอก สอน ผู้ เรียนโดยตรง ควรให้ผู้เรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งจะส่งเสริมความสามารถในการศึกษาค้นคว้าด้วย ตนเองของผู้เรียนในคราวเดียวกัน
4. ควรมีการศึกษา การสอนด้วยแนวทางการ เรียนรู้แบบสร้างสรรค์ด้วยปัญญาโดยใช้โครงการงาน วิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ เปรียบเทียบกับการสอนปกติ หรือเปรียบเทียบกับกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน



5. การส่งเสริมจากทางโรงเรียนและผู้บริหาร มีอิทธิพลอย่างมากต่อการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ด้วยปัญญา โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

## 8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สนับสนุนทุนวิจัยและให้คำปรึกษา บุคลากรสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาทุกเขตที่เข้าร่วมโครงการและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ให้การสนับสนุนทุกประการเพื่อให้การศึกษาครั้งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

## 9. เอกสารอ้างอิง

1. สุชิน เพ็ชรรักษ์, 2544, "การจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาในประเทศไทย", รายงานการวิจัยเสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, กรกฎาคม, กรุงเทพฯ, องค์การคำคุณสุภา, 336 หน้า
2. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (สกศ.), 2544, "การเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา", รายงานสรุปการสัมมนาวันที่ 29-30 พฤษภาคม 2544 ณ บ้านผู้หว่าน อ.สามพราน จ.นครปฐม, กรกฎาคม, กรุงเทพฯ, องค์การคำคุณสุภา, 187 หน้า.
3. วิจิตรา บุษบา, 2535, การใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การประถมศึกษาแห่งชาติ, กรุงเทพฯ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 251 หน้า.
4. ธวัชชัย สุตาศักดิ์, 2535, การศึกษาปัญหาการบริหารหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี, วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน), ขอนแก่น, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 158 หน้า.
5. อรุมา กาญจนี, 2549, การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบสืบเสาะหาความรู้, วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา), กรุงเทพฯ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 101 หน้า.
6. สุรางค์ ตรีภูธรราชภูรี, 2547, การเปรียบเทียบ

ผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบปกติ, วิทยานิพนธ์ ค.ม.(หลักสูตรและการสอน), นครปฐม, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, 248 หน้า.

7. ยुरวัฒน์ คล้ายมงคล, 2542, *Constructivist*, <http://pioneer.netserv.chula.ac.th/~kyurawat/doc/constructivist.pdf>

8. ไพฑูรย์ ชัยประโคน, 2542, การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์, วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การประถมศึกษา), ขอนแก่น, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 334 หน้า.

9. ไหมตรี มั่นทรัพย์, 2544, การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนประชาสามัคคี อำเภอคลองขลุง จังหวัดกำแพงเพชร, ฐานข้อมูลการวิจัยการศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. <http://www.thaiedresearch.org/result/info2.php?id=4319>

10. Han, S. & Bhattacharya, K., 2001, *Constructivism, Learning by Design, and Project-based Learning*. In M. Orey (Ed.), *Emerging Perspectives on Learning, Teaching, and Technology*, <http://www.coe.uga.edu/epltt/LearningbyDesign.htm>.

11. Oon-Seng T., 2003, *Problem-Based Learning Innovation: Using Problem to Power Learning in the 21<sup>st</sup> Century*, Singapore, Seng Lee Press.

12. Talja, S., Tuominen, K., and Savolainen, R., 2005, "“Isms” in Information Science: Constructivism, Collectivism and Constructionism", *Journal of Documentaion*, Vol. 61, No. 1, pp. 79-101.

13. Papert, S., 1993, *The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*, NY, USA: Basic Books.

14. Doane, D.P. & Seward, L.E., 2007, *Applied Statistics in Business and Economics*, NY, USA,

McGraw-Hill/Irwin, pp. 22-57.

15. บุญมี พันธุ์ไทย, 2544, *หนังสือประกอบการสอน กระบวนรายวิชา MR 326: การประเมินผล วิชา วิทยาศาสตร์*, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, (ฉบับอิเล็กทรอนิกส์) <http://e-book.ram.edu/e-book/indexstart.htm>

16. โสภภาพรรณ ชื่นทองคำ, 2544, “การพัฒนา กระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา” *หลากหลายวิธีการใช้ ICT เพื่อการเรียนการสอน*, กรุงเทพฯ, สถาบันเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, หน้า 27-31.