

# **ทัศนะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู วิทยาศาสตร์และอาจารย์พี่เลี้ยง**

## **Science Student Teachers and Their Cooperating Teachers' Views About the Nature of Science**

วรรณทิพา รอดแรงคำ

Vantipa Roadrangka

### **ABSTRACT**

Thai science education reform emphasizes teaching science to promote constructivist views of the nature of science. Helping science student teachers and cooperating teachers to develop informed views of the nature of science has been, and continues to be, the central goal for science teacher professional development. This study, which is a part of a larger research project entitled 'A Student Teacher Supervision Model: Enhancing Professional Development and Mentoring', aims to determine the views of science student teachers from a five-year science teacher education program and the views of their cooperating teachers regarding the nature of science. A questionnaire was adapted from Haidar's nature of science questionnaire and administered to 33 science student teachers from a large university in Bangkok, and 27 cooperating teachers. It was followed up with interviews. The questionnaire and interviews covered five aspects of the nature of science, including scientific theories and models, the role of a scientist, scientific knowledge, scientific methods, and scientific laws. The results showed that both science student teachers and their cooperating teachers' views are neither clearly traditional nor clearly constructivist. They held mixed views about the nature of science. The results from this study will be used to design a program to enhance science student teachers and their cooperating teachers' conceptions of the nature of science.

**Key words:** nature of science, science student teachers, cooperating teachers

### **บทคัดย่อ**

การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาเน้นการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง การช่วย

นิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์พี่เลี้ยงให้พัฒนาทัศนะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายหลักของการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ การศึกษาเรื่องนี้ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่องรูปแบบการนิเทศนิสิตฝึกสอน: การส่งเสริมการ

พัฒนาวิชาชีพและการเป็นพี่เลี้ยงนิสิตฝึกสอน มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมพัฒนาของนิสิตครูวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรผลิตครู 5 ปีและอาจารย์พี่เลี้ยงที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เครื่องมือได้แก่แบบสอบถามซึ่งปรับปรุงจากแบบสอบถามของHaidar ใช้แบบสอบถามวัดทัศนคติของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร จำนวน 33 คน และอาจารย์พี่เลี้ยงของนิสิตจำนวน 27 คน และใช้การสัมภาษณ์หลังจากพลวิชัยตอบแบบสอบถาม แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ครอบคลุมแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 5 ด้านคือ ทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกฎทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์พี่เลี้ยงไม่ได้มีทัศนคติต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมหรือตามแนวคิดร่วมสมัย แต่มีทั้งสองแนวคิดผสมกัน ผลการวิจัยนี้จะนำไปสู่การออกแบบโปรแกรมเพื่อส่งเสริมทัศนคติที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์พี่เลี้ยงต่อไป

**คำสำคัญ:** ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, นิสิตครูวิทยาศาสตร์, อาจารย์พี่เลี้ยง

## บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2545 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ สำหรับมาตรา 23 ในส่วนของการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์นั้น ต้องให้เกิดทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ความ

เข้าใจและประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการให้จัดทำหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้น ในเอกสารคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สสวท., 2545 ก: 2) ได้กล่าวถึงธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา โดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การศึกษา ค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อย่างอิงในการสนับสนุนหรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูล หรือหลักฐานใหม่ หรือข้อมูลเดียวกันก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ด้านวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้วิทยาศาสตร์ก็อาจเปลี่ยนแปลงได้

ในเอกสารคู่มือยังเน้นอีกว่าวิทยาศาสตร์เป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคล การสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ มีผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งและส่งผลกระทบต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ภายในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคม และเป็นการรักษาสีงแวดล้อมอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ความรู้วิทยาศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี เทคโนโลยีเป็นกระบวนการในงานต่างๆ หรือกระบวนการพัฒนา ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ โดย

อาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่นๆ ทักษะ ประสพการณ์ จินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ของมนุษย์ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ ตอบสนองความต้องการและการแก้ปัญหาของมวล มนุษย์ เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากร กระบวนการ และระบบการจัดการ จึงต้องใช้เทคโนโลยีในทาง สร้างสรรค์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

จากแนวคิดดังกล่าว ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีจึงถูกกำหนดไว้ในสาระที่ 8 ของ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ต้องการให้ผู้เรียน ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏ การณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีแบบแผนที่ แน่นนอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ และเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ในอดีตแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ปรากฏในเอกสารทางวิชาการต่างๆ ดังที่ สุเทพ (2526) ได้เขียนหนังสือเรื่อง การสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา และกล่าวถึงธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ว่าเป็นหนึ่งในลักษณะของบุคคลที่มีความรู้วิทยาศาสตร์ โดยกล่าวว่า ธรรมชาติของความรู้ วิทยาศาสตร์มีลักษณะแตกต่างจากความรู้ด้านอื่น กล่าวคือความรู้วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา นักปราชญ์บางคนกล่าวว่าไม่ใช่ความรู้ วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงเท่านั้น อัตราของการ เปลี่ยนแปลงก็เพิ่มสูงขึ้นด้วย การเปลี่ยนแปลงทาง วิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้น้อยที่สุดสองทางด้วยกันคือ ประการแรกความรู้ใหม่ถูกทำให้เกิดขึ้นเพื่อเสริม ความรู้เก่าให้สมบูรณ์ชัดเจนยิ่งขึ้น ประการที่สอง ความรู้ใหม่เกิดขึ้นโดยไปแทนความรู้เก่า นอกจากนี้ ในหนังสือเล่มนี้ยังกล่าวอีกว่า ในอดีตวิทยาศาสตร์ ได้บรรจุแต่ข้อเท็จจริงและรายละเอียดต่างๆ สิ่งต่างๆ เหล่านี้ปัจจุบันถือว่าเป็นความรู้ชั่วคราว อย่างไรก็ตาม

ข้อเท็จจริงดังกล่าวได้ถูกนำไปใช้สอนเสมือนกับว่า เป็นความจริงแท้ ซึ่งเป็นเรื่องไม่ถูกต้องเพราะว่า ทำให้ผู้เรียนเข้าใจผิด ซึ่งนำไปสู่ความมีลักษณะคือคิด มีความคิดแคบ เชื้อมั่นในตนเองมากเกินไป ใน หนังสือดังกล่าวถึงแนวคิดของ Showalter (1974) ที่ได้แยกองค์ประกอบต่างๆ ของธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ว่า เป็นความจริงชั่วคราว เป็นสาธารณะ ทำให้เกิดขึ้นใหม่ได้ เป็นเรื่องของโอกาสที่จะเป็นไป ได้ เป็นเรื่องเกี่ยวกับมนุษยชาติ เป็นสิ่งสืบเนื่องมา จากอดีต มีลักษณะจำเพาะตัว มีลักษณะเป็นอันหนึ่ง อันเดียวกัน และเป็นสิ่งที่ได้มาจากการสังเกตหรือ ทดลอง

นอกจากนี้ในเอกสารการสอนชุดวิชา วิทยาศาสตร์ 3 : แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ของสาขา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นิคม และ สุจินต์ (2529) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ โดยแบ่งหน่วยธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ตอนคือ ลักษณะของ วิทยาศาสตร์ ประเภทความรู้วิทยาศาสตร์ และ กระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ โดยมี แนวคิดดังต่อไปนี้คือ (1) วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ความรู้ที่สะสมมาและจัดไว้อย่างมีระเบียบซึ่งเป็นผล มาจากการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ของมนุษย์ในการแสวงหาความรู้ (2) วิทยาศาสตร์มีลักษณะของความเป็นปรนัยและ สัมพันธ์กับคณิตศาสตร์อย่างใกล้ชิด (3) ความรู้ วิทยาศาสตร์อาจแบ่งประเภทตามลักษณะเฉพาะได้เป็น ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ สมมติฐาน ทฤษฎี และกฎ ความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆนี้มีความสัมพันธ์กัน และ (4) กระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ อาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน

นอกจากนี้ ปรีชา (2527) ได้อธิบายถึง แนวคิดประเภทต่างๆของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้คือ (1) ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีทั้งที่สังเกตได้โดยตรง

และไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่ไม่ว่าจะสังเกตได้โดยตรงหรือไม่ ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์จะต้องคงความเป็นจริงโดยสามารถทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง (2) มโนคติทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดหลักที่คนเรามิ่ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของบุคคล (3) ทฤษฎี คือความรู้ที่เป็นหลักอย่างกว้างๆซึ่งเกิดขึ้นเป็นรูปแบบเพื่อใช้อธิบายหรือพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่างๆที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีนั้นๆ การที่จะยอมรับว่าทฤษฎีใดเป็นความจริงหรือไม่อยู่ที่เงื่อนไขสามประการคือ (ก) ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบายกฎ หลักการ และข้อเท็จจริงปลีกย่อยที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีได้ (ข) ทฤษฎีนั้นจะต้องอนุมานออกไปเป็นกฎ หรือหลักการบางอย่างได้ และ (ค) ทฤษฎีนั้นจะต้องพยากรณ์ปรากฏการณ์ที่อาจเกิดตามมาได้ (4) หลักการ คือกลุ่มของมโนคติที่เป็นความรู้หลักทั่วไปซึ่งเป็นความจริงที่ใช้อ้างอิงได้ คุณสมบัติของหลักการคือจะต้องสามารถนำมาทดลองซ้ำได้โดยได้ผลเหมือนเดิม หลักการเป็นความจริงที่มีประโยชน์มากกว่าข้อเท็จจริงอื่นๆ (5) กฎ หมายถึงหลักการที่สามารถเขียนสมการแทนความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้ และ (6) สมมติฐาน เป็นข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆต่อไป

สำหรับในต่างประเทศนั้น National Science Teacher Association (2000) กล่าวว่าการสอนวิทยาศาสตร์ต้องเน้นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งทั้งครูและนักเรียนจะต้องเรียนรู้ดังนี้ (1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งความคงทน (durable) และเป็นความจริงชั่วคราว (tentative) เปลี่ยนแปลงได้เมื่อพบหลักฐานใหม่และ/หรือมีการให้แนวคิดใหม่กับหลักฐานเดิม (2) ไม่มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพียงวิธีเดียว แต่มีลักษณะร่วมกันในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างคำอธิบาย (3) คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้รับ

การสนับสนุนโดยหลักฐานเชิงประจักษ์และสามารถทดสอบได้ (4) ความคิดสร้างสรรค์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (5) มีความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับกฎ (6) มีความสัมพันธ์ระหว่างการสังเกตและการลงความคิดเห็น แม้ว่าวิทยาศาสตร์จะพยายามไปสู่การเป็นปรนัยก็ยังมีองค์ประกอบที่เป็นอัตนัยในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ (7) บริบททางสังคมและวัฒนธรรมแสดงบทบาทสำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Haidar (1999) ได้กล่าวถึงทฤษฎีที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 ทฤษฎีคือ ทฤษฎีตามแนวคิดดั้งเดิมของเบคอน (Popper, 1968 อ้างอิงใน Haidar, 1999; Palmquist and Finley, 1997) และทฤษฎีตามแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Kuhn, 1970 อ้างอิงใน Haidar, 1999; Palmquist and Finley, 1997) โดยที่ทฤษฎีที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมถือว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิธีเดียวในการเปิดเผยถึงกฎทางธรรมชาติของพระเจ้า ซึ่งกฎนี้แสดงถึงการทำงานของจักรวาล วิธีเดียวที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือการนำวิธีอุปนัยไปใช้ นักวิทยาศาสตร์จะเป็นอิสระจากภาพลวงตาและเรื่องราวต่างๆในอดีต และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่สมบูรณ์และเป็นอิสระจากความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของมนุษย์ ในทางกลับกันทฤษฎีที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นความเข้าใจเกี่ยวกับจักรวาลที่เป็นข้อตกลงร่วมกันทางสังคม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะถูกยอมรับโดยผ่านชุมชนวิทยาศาสตร์ นอกจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วยังมีอีกหลายวิธีที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เดิม ปัจจัยทางสังคมและอิทธิพลอื่นๆจะมีอิทธิพลต่อนักวิทยาศาสตร์และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราว นอกจากนี้ Palmquist and Finley (1997) ได้

ทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และพบว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษาใช้วิธีการที่หลากหลายในการบ่งชี้ทฤษฎีที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ และสรุปว่ามีความสอดคล้องกัน 5 ด้านคือ ทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกฎทางวิทยาศาสตร์

จะเห็นได้ว่าจากอดีตถึงปัจจุบันทั้งในประเทศและต่างประเทศการสอนวิทยาศาสตร์ได้เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเป้าหมายหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามที่ สสวท. (2545 ก: 3) ได้กำหนดไว้คือเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจขอบเขตธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ สสวท. (2545 ข: 17-18) ยังได้กำหนดมาตรฐานครุวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้ 9 มาตรฐาน และมาตรฐานหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ ครูควรเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ประกอบด้วยโครงสร้างเนื้อหาตามหลักสูตรและสาระความรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวคิดด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้เนื้อหาวิชามีความหมายต่อผู้เรียน

จากเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และมาตรฐานครุวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เน้นความเข้าใจของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการนำแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปใช้ จึงทำให้ผู้วิจัยต้องการศึกษาถึงทฤษฎีของครุวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะอาจารย์ที่เลี้ยงและนิสิตครุวิทยาศาสตร์รุ่นแรกของหลักสูตรผลิตครู 5 ปีของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งที่กำลังฝึกสอนว่า มีความรู้ความเข้าใจและความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร เพื่อนำผลการวิจัยไปพัฒนา

อาจารย์ที่เลี้ยงและนิสิตครุวิทยาศาสตร์ ให้สามารถจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาที่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อบ่งชี้และวิเคราะห์ทฤษฎีของนิสิตครุวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีคำถามวิจัยว่า นิสิตครุวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงมีทฤษฎีอย่างไรต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

### นิยามศัพท์

ทฤษฎีที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ และความเชื่อที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 5 ด้าน ได้แก่ ทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกฎทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามทฤษฎีที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Haidar (1999)

## วิธีการวิจัยและเครื่องมือ

การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

### ประชากร

การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยประชากร 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือนิสิตครุวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 5 ทั้งหมดของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพ และฝึกสอนในปีการศึกษา 2551 จำนวนทั้งหมด 33 คน เป็นเพศชาย 8 คน (ร้อยละ 24.2) เพศหญิง 25 คน (ร้อยละ 75.8) เป็นนิสิตสาขาวิชาเอกชีววิทยา 6 คน (ร้อยละ 18.2) เคมี 5 คน (ร้อยละ 15.2) ฟิสิกส์ 6 คน (ร้อยละ 18.2)

และวิทยาศาสตร์ทั่วไป 16 คน (ร้อยละ 48.5) นิสิตมีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมก่อนออกฝึกสอนระหว่าง 2.50 ถึง 3.80 โดยมีคะแนนเฉลี่ยสะสมน้อยกว่า 3 จำนวน 9 คน (ร้อยละ 27.3) และมากกว่า 3 จำนวน 24 คน (ร้อยละ 72.7) กลุ่มที่สองคือ อาจารย์ที่เลี้ยงของนิสิตฝึกสอนเหล่านี้จำนวน 27 คน จาก 33 คน คิดเป็นร้อยละ 82 ของอาจารย์ที่เลี้ยงทั้งหมด เป็นเพศชาย 3 คน (ร้อยละ 11.1) เพศหญิง 24 คน (ร้อยละ 88.9) อาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่ร้อยละ 65.2 มีวุฒิปริญญาตรีทางการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 21.7 มีวุฒิปริญญาโททางการสอนวิทยาศาสตร์ และร้อยละ 4.3 เท่ากันมีวุฒิปริญญาโททางการมัธยมศึกษา ทางสิ่งแวดล้อมศึกษา และทางพลศึกษา อาจารย์ที่เลี้ยงมีประสบการณ์สอนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ 3 ปี ถึง 32 ปี โดยมีประสบการณ์สอนเฉลี่ย 19 ปี ร้อยละ 17.4 มีประสบการณ์สอนในระดับประถมศึกษา ร้อยละ 60.8 มีประสบการณ์สอนในระดับมัธยมศึกษา และร้อยละ 21.7 มีประสบการณ์สอนทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา นอกจากนี้อาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่ร้อยละ 65.2 เคยเป็นอาจารย์ที่เลี้ยงมาก่อน

### เครื่องมือ

เครื่องมือในการวิจัยได้แก่ แบบสอบถาม ทรנסะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งพัฒนาโดย Abdullateef H. Haidar (1999) แบบสอบถามฉบับนี้วัดทรנסะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ที่กำลังฝึกสอนและอาจารย์ที่เลี้ยงใน 5 ด้านคือ ทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกฎทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะของแบบสอบถามประกอบด้วยข้อความที่แสดงทรנסะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 ทรנסะ อยู่เป็นคู่ๆ คือตามแนวคิดดั้งเดิมของเบคอน (Traditional Baconian View) และตามแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (The Constructivist View of Science)

แบบสอบถามลักษณะนี้จะช่วยลดความขัดแย้งของคำตอบเพราะข้อความทุกข้อความในแต่ละแนวคิดถูกจัดวางตามแนวตั้ง

แบบสอบถามมีข้อความทั้งหมดเป็นคู่ๆ 22 ข้อความ ที่ครอบคลุมทรנסะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ด้าน โดยผู้ทำแบบสอบถามต้องพิจารณาว่าตัวเองมีความเห็นด้วยกับข้อความในระดับใดจาก 7 ระดับ ตั้งแต่ เห็นด้วยมาก ปานกลาง และน้อยกับแนวคิดดั้งเดิมของ Bacon ผ่านทรנסะของการไม่มีความคิดเห็นหรือไม่แน่ใจ ไปยังความคิดเห็นที่เห็นด้วยมาก ปานกลาง และน้อยกับแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยข้อความที่ 1 - 5 ของแบบสอบถามเกี่ยวกับทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ข้อความที่ 6 - 10 เกี่ยวกับบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ข้อความที่ 11 - 15 เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ข้อความที่ 16 - 19 เกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และข้อความที่ 20 - 22 เกี่ยวกับกฎทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมือฉบับนี้ได้รับการแปลเป็นภาษาไทยโดยผู้วิจัย ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถาม ได้รับการตรวจสอบจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 2 คน และจากนักวิจัยทางด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 1 คน ส่วนค่าความเที่ยงของแบบสอบถามหาได้จากการใช้เทคนิค split-half ด้วยการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของข้อคู่กับข้อคี่ของแบบสอบถาม โดยมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.76

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยให้นิสิตครูวิทยาศาสตร์ที่กำลังฝึกสอนและอาจารย์ที่เลี้ยงของนิสิตทำแบบสอบถามขณะที่มีการประชุมร่วมกันที่คณะศึกษาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง โดยผู้วิจัยประชุมร่วมกับนิสิตครูในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 และประชุมร่วมกับอาจารย์ที่เลี้ยงในเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 หลังจากรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามเสร็จ ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์นิสิตครูและอาจารย์ที่เลี้ยงเกี่ยว



กับการเลือกคำตอบในแบบสอบถาม การสัมภาษณ์แต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 30 นาที ผู้วิจัยถอดเทปการสัมภาษณ์เพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้รับแบบสอบถามกลับคืนมาผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม กำหนดรหัสคำตอบ และลงรหัสข้อมูลในคอมพิวเตอร์ และวิเคราะห์ความถี่และร้อยละในแต่ละคำตอบเพื่อตอบคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และเพื่อให้ได้กรอบแนวคิดที่กว้างขึ้น ผู้วิจัยได้รวบรวมคำตอบในทุกระดับความคิดเห็น ไม่ว่าจะเป็นเห็นด้วยมาก ปานกลาง หรือน้อย ของแนวคิดดั้งเดิม หรือแนวคิดร่วมสมัยเข้าด้วยกัน และใช้การวิเคราะห์เนื้อหาสำหรับเหตุผลในการเลือกข้อความจากแบบสอบถามที่ได้จากการสัมภาษณ์

## ผลและการอภิปราย

### 1. บรรณานุกรมที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามโดยภาพรวมพบว่าร้อยละ 45 ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์มีบรรณานุกรมที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมของเบคอน และร้อยละ 44 มีบรรณานุกรมที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัยตาม

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่อาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่ (ร้อยละ 56) มีบรรณานุกรมที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมของเบคอน และร้อยละ 42 มีบรรณานุกรมที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้มีนิสิตครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 11 และอาจารย์ที่เลี้ยงร้อยละ 2 ที่ไม่มีความคิดเห็น หรือไม่แน่ใจ หรือเห็นด้วยกับทั้ง 2 แนวคิด รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1 รายละเอียดของบรรณานุกรมที่มีต่อองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงแสดงดังตารางที่ 2 - 6

### 2. ทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ความคิดเห็นเกี่ยวกับบรรณานุกรมที่มีต่อทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงถูกประเมินด้วยข้อความที่ 1 - 5 ของแบบสอบถาม ดังตารางที่ 2 ข้อความที่ 1 ถามความเห็นเกี่ยวกับอิทธิพลของทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถือมาก่อนต่อการสังเกตของเขา ข้อความที่ 2 ถามว่าทฤษฎีเป็นตัวบอกร่องหรือไม่ว่าอะไรอยู่ในจักรวาลหรือทฤษฎีคือสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น ข้อความที่ 3 ถามเกี่ยวกับการพัฒนาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ข้อความที่ 4 ถามเกี่ยวกับการสร้างข้อตกลงร่วมกันในการประเมินทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 1 ร้อยละของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงที่มีบรรณานุกรมที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรมที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	เห็นด้วย	ไม่มีความคิดเห็น / ไม่เห็น / เห็นด้วยทั้ง 2 ด้าน		บรรณานุกรมที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
		เห็นด้วย	เห็นด้วย	
ตามแนวคิดดั้งเดิมของเบคอน (Traditional Baconian View)	45*	11	44	ตามแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (The Constructivist View of Science)
	56**	2	42	

\* ร้อยละของนิสิตครูวิทยาศาสตร์

\*\* ร้อยละของอาจารย์ที่เลี้ยง

**ตารางที่ 2** ร้อยละของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงที่มีทัศนคติต่อทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ทัศนคติที่มีต่อทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมของเบคอน (Traditional Baconian View)	เห็นด้วย	ไม่มีความเห็น / ไม่เห็นด้วยทั้ง 2 ด้าน		เห็นด้วย	ทัศนคติที่มีต่อทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (The Constructivist View of Science)
1	ทฤษฎีอาศัยการสังเกต และการสังเกตคือสิ่งที่ท่านเห็นจริงๆ	67* 74**	6 -	27 26		การสังเกตได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถือ การปฏิบัติการทดลองที่แตกต่างกันเนื่องจากทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถือ ดังนั้นการสังเกตจึงแตกต่างกัน
2	นักวิทยาศาสตร์ค้นพบทฤษฎีเพราะทฤษฎีมีอยู่แล้วในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์เพียงแต่ค้นหามันเท่านั้น	55* 59**	12 -	33 41		นักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎีต่างๆขึ้น เพราะการสร้างทฤษฎีมาจากกระบวนการคิด
3	ทฤษฎีเก่าซึ่งได้รับการพิสูจน์แล้วว่าไม่เป็นจริงจะไม่มีประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์อีกต่อไป	6* 15**	3 7	91 78		ทฤษฎีแต่ละทฤษฎีมีความเหมาะสมในการอธิบายธรรมชาติในช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นถ้าทฤษฎีนั้นเก่าหรือไม่เป็นจริงอีกต่อไป ทฤษฎีเหล่านั้นก็ยังเป็นประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์
4	ทฤษฎีคือสมมติฐานซึ่งได้รับการพิสูจน์แล้วว่าถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องจากว่าสมมติฐานต้องใช้ในการทดสอบเชิงประจักษ์ และเมื่อได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นจริง สมมติฐานก็จะเปลี่ยนเป็นทฤษฎี	82* 82**	6 -	12 18		ทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่งจะใช้ได้ก็ต่อเมื่อได้รับการเชื่อมโยงกับทฤษฎีอื่นๆที่ได้รับการยอมรับแล้วภายในชุมชนวิทยาศาสตร์
5	แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (เช่น แบบจำลองของอะตอม และเซลล์สภาพ) เป็นการสำเนาของจริง เพราะแบบจำลองบรรยายถึงความจริงของสิ่งนั้นอย่างที่มันเป็นอยู่	6* 18**	3 -	91 82		แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้บรรยายถึงความจริงของสิ่งนั้นอย่างที่เป็นอยู่ แต่แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดหรือการเดาอย่างมีเหตุผลของนักวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะนักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถมองเห็นของจริงของสิ่งนั้นได้ เช่น ไม่สามารถมองเห็นอะตอมได้

\* ร้อยละของนิสิตครูวิทยาศาสตร์

\*\* ร้อยละของอาจารย์ที่เลี้ยง

และข้อความที่ 5 ตามเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ว่าขึ้นอยู่กับข้อเท็จจริงทางสังคมหรือจากความคิดหรือจากการเดาของนักวิทยาศาสตร์

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 2 พบว่าทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงมีทัศนคติต่อทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมเหมือนกัน 3 ข้อความ และตามแนวคิดร่วมสมัยเหมือนกัน 2 ข้อความ ทัศนคติตามแนวคิดดั้งเดิมจะสัมพันธ์กับบทบาทของทฤษฎีที่มีมาก่อนในการสังเกต การค้นพบทฤษฎี และการพัฒนาทฤษฎี จากข้อความที่ 1 พบว่า นิสิตครูวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 67) และอาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่ (ร้อยละ 74) มีทัศนคติตามแนวคิดดั้งเดิมว่าการ

สังเกตไม่ได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถือ สำหรับข้อความที่ 2 ร้อยละ 55 ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ และร้อยละ 59 ของอาจารย์ที่เลี้ยงบ่งชี้ว่านักวิทยาศาสตร์ค้นพบทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ส่วนข้อความที่ 4 นิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่ (ร้อยละ 82) ยอมรับทัศนคติที่ว่าสมมติฐานถ้าได้รับการทดสอบเชิงประจักษ์จะเปลี่ยนเป็นทฤษฎี ซึ่งเป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการพัฒนาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Popper (1968 อ้างอิงใน Haidar, 1999), Palmquist and Finley (1997)

สำหรับทัศนคติต่อทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัยที่เหมือนกัน 2



ข้อความพบว่า ข้อความที่ 3 นั้นร้อยละ 91 ของนิสิตครุวิทยาาสตร์ และร้อยละ 78 ของอาจารย์ที่เลี้ยงยอมรับว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกสร้างขึ้นในช่วงเวลาหนึ่งจะยังคงมีประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์ถึงแม้ว่าทฤษฎีนั้นจะเก่าหรือไม่เป็นจริงอีกต่อไป ทรรศนะอันนี้สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่กล่าวว่า ทฤษฎีแต่ละทฤษฎีมีความเหมาะสมในการอธิบายธรรมชาติในช่วงเวลาหนึ่งดังนั้นทฤษฎีเหล่านั้นก็ยังคงมีประโยชน์ถึงแม้ว่าจะเป็นทฤษฎีที่ผิดก็ตาม ส่วนข้อความที่ 5 พบว่าร้อยละ 91 ของนิสิตครุวิทยาาสตร์ และร้อยละ 82 ของอาจารย์ที่เลี้ยงมีแนวคิดสอดคล้องตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่กล่าวว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เป็นการสำเนาของจริง แต่เป็นความคิดหรือการเดาอย่างมีเหตุผลของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งแทนของจริง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Kuhn (1970 อ้างอิงใน Haidar, 1999), Palmquist and Finley (1997)

เมื่อสัมภาษณ์นิสิตครุวิทยาาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงเกี่ยวกับการเลือกข้อความจากแบบสอบถามทั้งนิสิตครุวิทยาาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงบอกว่าที่เลือกข้อความนั้นๆเพราะเป็นข้อความที่แสดงทรรศนะที่มีต่อทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนถูกต้องและเหมาะสม ขณะเดียวกันก็บอกเหตุผลที่ไม่เลือกข้อความอีกด้านของแบบสอบถาม โดยผู้ที่เลือกข้อความตามแนวคิดดั้งเดิมให้เหตุผลที่ไม่เลือกข้อความตามแนวคิดร่วมสมัยเพราะเข้าใจว่า การสังเกตไม่ได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถือ การสร้างทฤษฎีที่มาจากกระบวนการคิดอาจไม่ถูกต้อง ทฤษฎีควรอธิบายธรรมชาติได้หลายช่วงเวลาไม่ใช่แค่ช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ทฤษฎีบางทฤษฎีใช้ได้โดยไม่จำเป็นต้องเชื่อมโยงกับทฤษฎีอื่นที่ได้รับการยอมรับแล้วภายในชุมชนวิทยาศาสตร์ และแบบจำลองก็ไม่ใช่การเดาอย่างมีเหตุผลของนักวิทยาศาสตร์

ส่วนผู้ที่เลือกข้อความตามแนวคิดร่วมสมัยให้เหตุผลที่ไม่เลือกข้อความตามแนวคิดดั้งเดิมเพราะ

เข้าใจว่า ทฤษฎีมาจากการทดลองไม่ใช่มาจากการสังเกต ทฤษฎีไม่ได้มีอยู่ในธรรมชาติแต่นักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎีขึ้น ทฤษฎีควรมาจากการทดลองไม่ใช่ค้นหามาจากธรรมชาติ ทฤษฎีเก่าซึ่งได้รับการพิสูจน์ว่าไม่เป็นจริงอาจมีประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีเก่าเมื่อได้รับการปรับเปลี่ยนแล้วอาจมีประโยชน์ต่อไป ทฤษฎีควรได้รับการยอมรับจากชุมชนวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีไม่ใช่การทดสอบสมมติฐานเชิงประจักษ์ แบบจำลองไม่ใช่สำเนาของจริง เพราะยังมองไม่เห็นของจริงจึงสร้างแบบจำลองขึ้นมา และแบบจำลองก็ไม่ใช่การบรรยายถึงความจริงของสิ่งนั้นเพราะยังไม่สามารถมองเห็นของจริงของสิ่งนั้นได้

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่าแนวคิดต่างๆ 4 แนวคิดของทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกนำมาศึกษาในงานวิจัยนี้ ซึ่งได้แก่ อิทธิพลของทฤษฎีที่มีต่อการสังเกต การค้นพบหรือการประดิษฐ์ทฤษฎี/แบบจำลอง การสร้างข้อตกลงทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าทั้งนิสิตครุวิทยาาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงมีทรรศนะต่อทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ทั้งตามแนวคิดดั้งเดิมและตามแนวคิดร่วมสมัยเหมือนกัน ซึ่งมีข้อสังเกตว่าขณะที่นิสิตครุวิทยาาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงมีทรรศนะว่าทฤษฎีถูกค้นพบแต่พวกเขาก็มีทรรศนะว่าแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ถูกประดิษฐ์

### 3. บทบาทของนักวิทยาศาสตร์

ความคิดเห็นเกี่ยวกับทรรศนะที่มีต่อบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ของนิสิตครุวิทยาาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงถูกประเมินด้วยข้อความที่ 6 - 10 ของแบบสอบถาม ดังตารางที่ 3 ข้อความที่ 6 ถามความเห็นเกี่ยวกับบทบาทของพยานหลักฐานเชิงประจักษ์หรือจินตนาการกับความคิดสร้างสรรค์ ข้อความที่ 7 ถามเกี่ยวกับอิทธิพลของความรู้เดิม การสังเกต ความเป็นเหตุเป็นผล และปัจจัยอื่นๆทางสังคมที่มีต่อการ

**ตารางที่ 3** ร้อยละของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงที่มีทัศนคติตอบทบาทของนักวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ทรศนะที่มีต่อบทบาทของ นักวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิม ของเบคอน (Traditional Baconian View)	เห็น ด้วย	ไม่มีความ คิดเห็น / ไม่ แน่ใจ / เห็น ด้วยทั้ง 2 ด้าน	เห็น ด้วย	ทรศนะที่มีต่อบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎี การสร้างความรู้ด้วยตนเอง (The Constructivist View of Science)
6	นักวิทยาศาสตร์ประเมินสรุปทาง วิทยาศาสตร์โดยอาศัยพยานหลักฐานเชิง ประจักษ์	85* 89**	6 -	9 11	นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องใช้ พยานหลักฐานเชิงประจักษ์ เขาอาจใช้ จินตนาการหรือความคิดสร้างสรรค์
7	นักวิทยาศาสตร์คือบุคคลที่ไม่ได้เอา ความคิดส่วนตัวเข้ามาปนและเป็นคนใจ กว้างในทุกการกระทำ	27* 44**	15 4	58 52	มีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อ นักวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้เดิม ความเป็น เหตุผล และปัจจัยทางสังคม
8	นักวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดคือบุคคลที่ปฏิบัติ ตามวิธีทางวิทยาศาสตร์ทุกขั้นตอน	24* 22**	27 4	49 74	นักวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดคือบุคคลที่ใช้วิธีการที่ หลากหลายที่อาจได้มาซึ่งผลที่ต้องการ
9	นักวิทยาศาสตร์พยายามต่อสู้เพื่อค้นหา ความจริงที่สมบูรณ์	36* 52**	15 4	49 44	นักวิทยาศาสตร์ทำงานภายในชุมชน วิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาวิธีที่ดีที่สุดเพื่ออธิบาย บางส่วนของธรรมชาติ
10	นักวิทยาศาสตร์รายงานข้อมูลตรงกับที่ ประสาทสัมผัสของเขารับรู้	61* 59**	6 -	33 41	มีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อการบันทึก ข้อมูล เช่น ความรู้เดิม

\* ร้อยละของนิสิตครูวิทยาศาสตร์

\*\* ร้อยละของอาจารย์ที่เลี้ยง

ทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ข้อความที่ 8 ถามเกี่ยวกับลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุด ข้อความที่ 9 ถามเกี่ยวกับการค้นหาความจริงที่สมบูรณ์ของนักวิทยาศาสตร์ และข้อความที่ 10 ถามว่าใช่หรือไม่ที่ประสาทสัมผัสหรือความรู้เดิมมีอิทธิพลต่อการบันทึกข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 3 พบว่าทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงมีทัศนคติตอบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมเหมือนกัน 2 ข้อความ และตามแนวคิดร่วมสมัยเหมือนกัน 2 ข้อความ และมีทัศนคติต่างกัน 1 ข้อความ ทัศนคติตอบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมปรากฏในข้อความที่ 6 และ 10 ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อความที่ 6 พบว่า ร้อยละ 85 ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ และร้อยละ 89 ของอาจารย์ที่เลี้ยงเห็นด้วยว่าการประเมินความคิดทางวิทยาศาสตร์ควรถูกจำกัดด้วยการใช้พยานหลักฐานเชิงประจักษ์ และผลการวิเคราะห์ข้อความที่ 10 พบว่า ร้อยละ 61 ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ และร้อยละ 59 ของอาจารย์ที่เลี้ยงเห็นด้วยว่านักวิทยาศาสตร์บันทึก

ข้อมูลตรงกับที่ประสาทสัมผัสของเขารับรู้ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Popper (1968 อ้างอิงใน Haidar, 1999), Palmquist and Finley (1997)

สำหรับทัศนคติตอบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัยที่เหมือนกัน 2 ข้อความคือข้อความที่ 7 และ 8 สำหรับข้อความที่ 7 นั้น ร้อยละ 58 ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ และร้อยละ 52 ของอาจารย์ที่เลี้ยงเห็นด้วยว่ามีหลายปัจจัย เช่น ความรู้เดิม ความเป็นเหตุเป็นผล และปัจจัยทางสังคม มีอิทธิพลต่อนักวิทยาศาสตร์ ส่วนข้อความที่ 8 พบว่า ร้อยละ 49 ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ และร้อยละ 74 ของอาจารย์ที่เลี้ยงเห็นด้วยว่านักวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดคือบุคคลที่ใช้วิธีการที่หลากหลายที่อาจได้มาซึ่งผลที่ต้องการ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Kuhn (1970 อ้างอิงใน Haidar, 1999), Palmquist and Finley (1997)

สำหรับทัศนคติที่มีความเห็นต่างกันนั้นคือข้อความที่ 9 ที่ต้องการประเมินภาระงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดซึ่งพบว่า นิสิตครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 49) เห็นว่านักวิทยาศาสตร์ที่ดี

ที่สุดคือบุคคลที่พยายามจะอธิบายบางส่วนของธรรมชาติ ในขณะที่อาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่ (ร้อยละ 52) เห็นว่านักวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดคือบุคคลที่พยายามต่อสู้เพื่อค้นหาความจริงที่สมบูรณ์

เมื่อสัมภาษณ์นิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงเกี่ยวกับการเลือกข้อความจากแบบสอบถาม ทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงบอกว่าที่เลือกข้อความนั้นๆ เพราะเป็นข้อความที่แสดงทฤษฎะที่มีต่อบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน ถูกต้องและเหมาะสม ขณะเดียวกันก็บอกเหตุผลที่ไม่เลือกข้อความอีกด้านของแบบสอบถาม โดยผู้ที่เลือกข้อความตามแนวคิดดั้งเดิมให้เหตุผลที่ไม่เลือกข้อความตามแนวคิดร่วมสมัยเพราะเข้าใจว่า การใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์อาจทำให้การสรุปทางวิทยาศาสตร์เกิดความคลาดเคลื่อนและไม่ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ ความรู้เดิมคือความรู้ทางศาสนาที่ไปสัดกันความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เดิมอาจไม่ถูกต้องและปัจจัยทางสังคมไม่มีอิทธิพลต่อนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำงานภายในชุมชนวิทยาศาสตร์ เขาอาจทำงานตามลำพังได้ การบันทึกข้อมูลควรบันทึกในสิ่งที่สัมผัสได้ นักวิทยาศาสตร์ไม่ควรใช้ความรู้เดิมในการบันทึกข้อมูล

ส่วนผู้ที่เลือกข้อความตามแนวคิดร่วมสมัยให้เหตุผลที่ไม่เลือกข้อความตามแนวคิดดั้งเดิมเพราะเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องอาศัยพยานหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างเดียว นักวิทยาศาสตร์บางครั้งก็เอาความคิดส่วนตัวมาเกี่ยวข้องกับการกระทำและไม่ใจกว้างในทุกการกระทำ นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทุกขั้นตอน บางครั้งอาจข้ามขั้นตอนก็ได้ ความจริงบางอย่างที่นักวิทยาศาสตร์ค้นหาไม่สมบูรณ์ ข้อมูลที่รับรู้โดยประสาทสัมผัสอาจคลาดเคลื่อนได้

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่าแนวคิดต่างๆ 5 แนวคิดของบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ได้ถูกนำมาศึกษาในงานวิจัยนี้ ซึ่งได้แก่ การใช้พยานหลักฐานเชิงประจักษ์ ความเป็นปรนัย การใช้วิธีการทาง

วิทยาศาสตร์ ความคงอยู่ของความจริงที่สมบูรณ์ และอิทธิพลของประสาทสัมผัสและความรู้เดิมที่มีต่อการบันทึกข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงมีทฤษฎะต่อบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ที่เหมือนกัน ทั้งตามแนวคิดดั้งเดิมและตามแนวคิดร่วมสมัย แต่มีทฤษฎะที่แตกต่างกันในการประเมินภาระงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุด

#### 4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดเห็นเกี่ยวกับทฤษฎะที่มีต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงถูกประเมินด้วยข้อความที่ 11 - 15 ของแบบสอบถาม ดังตารางที่ 4 ข้อความที่ 11 ถามความเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ข้อความที่ 12 ถามเกี่ยวกับความก้าวหน้าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ข้อความที่ 13 ถามเกี่ยวกับความเป็นจริงชั่วคราวของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ข้อความที่ 14 ถามเกี่ยวกับแหล่งของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และข้อความที่ 15 ถามเกี่ยวกับการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 4 พบว่าทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่มีทฤษฎะต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมเหมือนกัน 4 ข้อความ และตามแนวคิดร่วมสมัยเหมือนกัน 1 ข้อความ ทฤษฎะต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมปรากฏในข้อความที่ 11, 12, 14 และ 15 ส่วนทฤษฎะต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัยปรากฏในข้อความที่ 13 ซึ่งพบว่านิสิตครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 88) และอาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่ (ร้อยละ 78) เห็นด้วยว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราว สามารถเปลี่ยนแปลงได้

สำหรับนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่ตั้งแต่ร้อยละ 39 ถึงร้อยละ 85 มีทฤษฎะต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิม

**ตารางที่ 4** ร้อยละของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงที่มีทรศนะต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ทรศนะที่มีต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมของเบคอน (Traditional Baconian View)	เห็นด้วย	ไม่มีความคิดเห็น / ไม่แน่ใจ / เห็นด้วยทั้ง 2 ด้าน		เห็นด้วย	ทรศนะที่มีต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (The Constructivist View of Science)
11	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องตรงกับความจริง	73*	24	3		ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือความเข้าใจของเราที่มีต่อความจริงแต่ไม่ใช่ความจริงอย่างถาวรเป็น
12	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการสะสมเพิ่มมากขึ้น ความรู้ที่เพิ่มขึ้นนี้เกิดจากการสังเกตที่เพิ่มมากขึ้น	85**	4	11		ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่เพิ่มมากขึ้นเท่านั้นแต่ยังเพิ่มขึ้นแบบก้าวกระโดดด้วย
13	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงแท้ ไม่ใช่ความจริงชั่วคราว	3*	9	88		ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราว สามารถเปลี่ยนแปลงได้
14	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้น โดยผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์	64*	9	27		ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้น โดยผ่านทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์และไม่ใช่วิธีทางวิทยาศาสตร์
15	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นครั้งแรกโดยอาศัยการสังเกต	85**	11	30		ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจถูกสร้างขึ้นโดยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

\* ร้อยละของนิสิตครูวิทยาศาสตร์

\*\* ร้อยละของอาจารย์ที่เลี้ยง

(ข้อความที่ 11, 12, 14 และ 15) เหมือนกันว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องตรงกับความจริง เกิดขึ้นครั้งแรกโดยอาศัยการสังเกต ผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นนี้เกิดจากการสังเกตที่เพิ่มมากขึ้น ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Popper (1968 อ้างอิงใน Haidar, 1999), Palmquist and Finley (1997) ในขณะที่นิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงเพียงร้อยละ 3 ถึงร้อยละ 41 มีทรศนะต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัยที่กล่าวว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือความเข้าใจของเราที่มีต่อความจริงเกิดขึ้นโดยผ่านทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นแบบก้าวกระโดด ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Kuhn (1970 อ้างอิงใน Haidar, 1999), Palmquist and Finley (1997)

เมื่อสัมภาษณ์นิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงเกี่ยวกับการเลือกข้อความจากแบบสอบถาม ทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงบอกว่าที่เลือกข้อความนั้นๆเพราะเป็นข้อความที่

แสดงทรศนะที่มีต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน ถูกต้องและเหมาะสม ขณะเดียวกันก็บอกเหตุผลที่ไม่เลือกข้อความอีกด้านของแบบสอบถาม โดยผู้ที่เลือกข้อความตามแนวคิดดั้งเดิมให้เหตุผลที่ไม่เลือกข้อความตามแนวคิดร่วมสมัยเพราะเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือความจริงอย่างถาวรเป็น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่น่าจะเป็นความจริงชั่วคราว ไม่เข้าใจว่าไม่ใช่วิธีการทางวิทยาศาสตร์คือวิธีอะไร อาจเป็นโหราศาสตร์ หรืออาจเป็นวิธีที่ไม่ได้รับการยอมรับว่านำไปสู่ความจริง ความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นต้องใช้การสังเกตก่อนจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

ส่วนผู้ที่เลือกข้อความตามแนวคิดร่วมสมัยให้เหตุผลที่ไม่เลือกข้อความตามแนวคิดดั้งเดิมเพราะเข้าใจว่า ความรู้ที่เพิ่มขึ้นไม่ได้มาจากการสังเกตอย่างเดียว อาจมาจากการค้นคว้าหรือการทดลอง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ความจริงแท้ เพราะถ้าใช้ความจริงแท้จะเปลี่ยนแปลงไม่ได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นโดยวิธีอื่นนอกเหนือจากการสังเกต

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่าแนวคิดต่างๆ 5 แนวคิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกนำมาศึกษาในงานวิจัยนี้ ซึ่งได้แก่ ธรรมชาติ ความก้าวหน้า ความเป็นจริงชั่วคราว แหล่ง และการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยโดยนัยกล่าวได้ว่าทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่มีทัศนคติต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิม

## 5. วิธีการทางวิทยาศาสตร์

ความคิดเห็นเกี่ยวกับทัศนคติที่มีต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงถูกประเมินด้วยข้อความที่ 16 - 19 ของแบบสอบถาม ดังตารางที่ 5 ข้อความที่ 16 ถามความเห็นใช่หรือไม่ที่วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงวิธีเดียวที่ใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์ ข้อความที่ 17 ถามว่าใช่หรือไม่ที่นักวิทยาศาสตร์ควรปฏิบัติตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ข้อความที่ 18 ถามว่าใช่หรือไม่ที่นักวิทยาศาสตร์ควรปฏิบัติตามแผนที่วางไว้อย่างเข้มงวดขณะที่ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และข้อความที่ 19 ถามว่าใช่หรือไม่ที่วิธีการทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต่อการพิสูจน์ทฤษฎีทาง

วิทยาศาสตร์

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 5 พบว่าทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่มีทัศนคติต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมเหมือนกัน 2 ข้อความคือ ข้อความที่ 17 และ 19 และตามแนวคิดร่วมสมัยเหมือนกัน 2 ข้อความคือ ข้อความที่ 16 และ 18 ตามแนวคิดดั้งเดิมข้อความที่ 17 และ 19 พบว่า ร้อยละ 58 ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ และร้อยละ 89 ของอาจารย์ที่เลี้ยงเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่เป็นไปตามลำดับขั้นตอน นอกจากนี้ ร้อยละ 58 ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ และร้อยละ 70 ของอาจารย์ที่เลี้ยง ยังเห็นว่าการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาค้นคว้าและในการตรวจสอบความตรงของทฤษฎี ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Popper (1968 อ้างอิงใน Haidar, 1999), Palmquist and Finley (1997)

สำหรับทัศนคติต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัยพบว่า ร้อยละ 79 ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ และร้อยละ 59 ของอาจารย์ที่เลี้ยง เห็นว่าไม่มีวิธีเดียวในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 5 ร้อยละของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงที่มีทัศนคติต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ทัศนคติที่มีต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมของเบคอน	เห็นด้วย	ไม่มีความคิดเห็น / ไม่แน่ใจ / เห็นด้วยทั้ง 2 ด้าน	เห็นด้วย	ทัศนคติที่มีต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง	
	(Traditional Baconian View)				(The Constructivist View of Science)	
	16	มีวิธีเดียวในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์คือวิธีการทางวิทยาศาสตร์	12* 37**	9 4	79 59	ไม่มีวิธีเดียวในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ แต่มีหลายวิธี เช่น การใช้ความคิดสร้างสรรค์ การจินตนาการ และการใช้ความคิดริเริ่ม
	17	วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่เป็นไปตามลำดับขั้นตอน	58* 89**	9 -	33 11	นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์
18	วิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องมีการวางแผนล่วงหน้าในการสืบเสาะหาความรู้	33* 44**	21 4	46 52	นักวิทยาศาสตร์สามารถปรับวิธีการสืบเสาะหาความรู้ในระหว่างการศึกษาตรวจสอบ และก็ยังได้ผลการศึกษาที่เที่ยงตรง	
19	การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาค้นคว้าและในการตรวจสอบความตรงของทฤษฎี	58* 70**	6 -	36 30	นักวิทยาศาสตร์ใช้หลากหลายวิธีการตามสภาพเหตุการณ์ ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงวิธีหนึ่งในวิธีการที่หลากหลายนั้น	

\* ร้อยละของนิสิตครูวิทยาศาสตร์

\*\* ร้อยละของอาจารย์ที่เลี้ยง

นักวิทยาศาสตร์สามารถปรับวิธีการสำรวจตรวจสอบและยังได้ผลการศึกษาที่เที่ยงตรง นอกจากนี้ร้อยละ 46 ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ และร้อยละ 52 ของอาจารย์ที่เลี่ยยังเห็นว่านักวิทยาศาสตร์สามารถปรับวิธีการสืบเสาะหาความรู้ในระหว่างการสำรวจตรวจสอบและยังได้ผลการศึกษาที่เที่ยงตรง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Kuhn (1970 อ้างอิงใน Haidar, 1999), Palmquist and Finley (1997)

เมื่อสัมภาษณ์นิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี่ยเกี่ยวกับการเลือกข้อความจากแบบสอบถาม ทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี่ยบอกว่าที่เลือกข้อความนั้นๆเพราะเป็นข้อความที่แสดงทฤษฎะที่มีต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนถูกต้องและเหมาะสม ขณะเดียวกันก็บอกเหตุผลที่ไม่เลือกข้อความอีกด้านของแบบสอบถาม โดยผู้ที่เลือกข้อความตามแนวคิดดั้งเดิมให้เหตุผลที่ไม่เลือกข้อความตามแนวคิดร่วมสมัยเพราะเข้าใจว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์อยู่แล้ว ถ้าไม่ทำตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะได้ข้อมูลที่ไม่ตรงตามที่ต้องการ การทำตามลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นการป้องกันการคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น การปรับวิธีการสืบเสาะหาความรู้ควรปรับหลังจากทำการทดลองเสร็จแล้ว ไม่ว่าจะสภาพเหตุการณ์จะเป็นอย่างไรก็ควรใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้า และไม่ทราบว่าการใช้หลากหลายวิธีตามสภาพเหตุการณ์ในการศึกษาค้นคว้าคือวิธีใดบ้าง

ส่วนผู้ที่เลือกข้อความตามแนวคิดร่วมสมัยให้เหตุผลที่ไม่เลือกข้อความตามแนวคิดดั้งเดิมเพราะเข้าใจว่าไม่มีวิธีเดียวในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์แต่มีหลายวิธี วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีการวางแผนล่วงหน้า การสืบเสาะหาความรู้ต้องมีการวางแผนและสามารถปรับในระหว่างการสำรวจตรวจสอบได้

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่าแนวคิดต่างๆ 4 แนวคิดของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกนำมาศึกษา

ในงานวิจัยนี้ ซึ่งได้แก่ ความหลากหลาย ลำดับขั้นตอนการวางแผน และสิ่งจำเป็นของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยกล่าวได้ว่าทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี่ยมีทั้งทฤษฎะต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมและแนวคิดร่วมสมัย

## 6. กฎทางวิทยาศาสตร์

ความคิดเห็นเกี่ยวกับทฤษฎะที่มีต่อกฎทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี่ยถูกประเมินด้วยข้อความที่ 20 - 22 ของแบบสอบถาม ดังตารางที่ 6 ข้อความที่ 20 ถามความเห็นว่าคุณทางวิทยาศาสตร์ถูกค้นพบหรือถูกสร้างขึ้นมา ข้อความที่ 21 ถามว่านักวิทยาศาสตร์ตีความหมายกฎที่พบในธรรมชาติหรือสร้างกฎทางวิทยาศาสตร์ และข้อความที่ 22 ถามว่ากฎเป็นความจริงสมบูรณ์หรือความพยายามที่ดีที่สุดของนักวิทยาศาสตร์ในการอธิบายบางส่วนของธรรมชาติ

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 6 พบว่าทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี่ยส่วนใหญ่มีทฤษฎะต่อกฎทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมเหมือนกัน 2 ข้อความคือ ข้อความที่ 21 และ 22 และตามแนวคิดร่วมสมัยเหมือนกัน 1 ข้อความคือ ข้อความที่ 20 ตามแนวคิดดั้งเดิมในข้อความที่ 21 และ 22 พบว่า ร้อยละ 61 ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ และร้อยละ 74 ของอาจารย์ที่เลี่ยเห็นว่า นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้สร้างกฎทางวิทยาศาสตร์แต่ตีความหมายกฎที่ค้นพบในธรรมชาติ นอกจากนี้ร้อยละ 55 ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี่ย ยังเห็นว่ากฎทางวิทยาศาสตร์สามารถได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นความจริงที่สมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นเพียงแค่ความพยายามในการอธิบายบางส่วนของธรรมชาติ ผลการวิจัยสอดคล้องกับแนวคิดของ Popper (1968 อ้างอิงใน Haidar, 1999), Palmquist and Finley (1997)

สำหรับทฤษฎะต่อกฎทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัยนั้น พบว่า ร้อยละ 70 ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ และ ร้อยละ 56 ของอาจารย์ที่เลี่ย



ตารางที่ 6 ร้อยละของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงที่มีทัศนคติต่อกฎทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ทัศนคติที่มีต่อกฎทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมของเบคอน (Traditional Baconian View)	เห็นด้วย	ไม่มีความเห็น / ไม่แน่ใจ / เห็นด้วยทั้ง 2 ด้าน		ทัศนคติที่มีต่อกฎทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (The Constructivist View of Science)
20	นักวิทยาศาสตร์ค้นพบกฎทางวิทยาศาสตร์เพราะกฎมีอยู่แล้วในธรรมชาติ เพียงแต่นักวิทยาศาสตร์ต้องค้นหากฎที่มีอยู่นั้น	24* 44**	6 -	70 56	นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้สร้างในสิ่งที่ธรรมชาติสร้างขึ้น แต่เขาสร้างกฎที่บรรยายถึงสิ่งที่ธรรมชาติสร้างขึ้น
21	นักวิทยาศาสตร์ตีความหมายกฎที่ค้นพบในธรรมชาติ	61* 74**	12 -	27 26	นักวิทยาศาสตร์สร้างกฎทางวิทยาศาสตร์
22	กฎทางวิทยาศาสตร์สามารถได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นความจริงที่สมบูรณ์	55* 55**	6 4	39 41	กฎทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงแค่ความพยายามที่ดีที่สุดของนักวิทยาศาสตร์ในการอธิบายบางส่วนของธรรมชาติ

\* ร้อยละของนิสิตครูวิทยาศาสตร์

\*\* ร้อยละของอาจารย์ที่เลี้ยง

เห็นว่านักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างกฎที่บรรยายถึงสิ่งที่ธรรมชาติสร้างขึ้น ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Kuhn (1970 อ้างอิงใน Haidar, 1999), Palmquist and Finley (1997)

เมื่อสัมภาษณ์นิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงเกี่ยวกับการเลือกข้อความจากแบบสอบถาม ทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงบอกว่าที่เลือกข้อความนั้นๆ เพราะเป็นข้อความที่แสดงทัศนคติที่มีต่อกฎทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนถูกต้องและเหมาะสม ขณะเดียวกันก็บอกเหตุผลที่ไม่เลือกข้อความอีกด้านของแบบสอบถาม โดยผู้ที่เลือกข้อความตามแนวคิดดั้งเดิมให้เหตุผลที่ไม่เลือกข้อความตามแนวคิดร่วมสมัยเพราะเข้าใจว่า กฎมีอยู่แล้วในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์เพียงแต่อธิบายกฎที่มีอยู่แล้วนั้น นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้สร้างกฎ กฎไม่ใช่แค่ความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ในการอธิบายส่วนหนึ่งของธรรมชาติแต่กฎเป็นความจริงที่สมบูรณ์

ส่วนผู้ที่เลือกข้อความตามแนวคิดร่วมสมัยให้เหตุผลที่ไม่เลือกข้อความตามแนวคิดดั้งเดิมเพราะเข้าใจว่า กฎไม่ใช่ความจริงที่สมบูรณ์แต่เป็นความจริงชั่วคราว

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่าแนวคิดต่างๆ 3 แนวคิดของกฎทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกนำมาศึกษาใน

งานวิจัยนี้ ซึ่งได้แก่ การค้นพบ / การสร้างหรือการประดิษฐ์ การอธิบาย / การสร้างหรือการประดิษฐ์ และ การพิสูจน์ ผลการวิจัยกล่าวได้ว่าทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงมีทั้งทัศนคติต่อกฎทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมและแนวคิดร่วมสมัย

## สรุป

จากผลการวิจัยสามารถจำแนกนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงที่มีความคิดเห็นเหมือนกันได้เป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกคือ กลุ่มที่ทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่ต่างมีความเห็นด้วยกับข้อความที่แสดงทัศนคติต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิม ซึ่งได้แก่ข้อความที่ 1, 2, 4, 6, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 19, 21 และ 22 กลุ่มที่สองคือ กลุ่มที่นิสิตครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความเห็นด้วยกับข้อความที่แสดงทัศนคติต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัย แต่อาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่ต่างมีความเห็นด้วยกับข้อความที่แสดงทัศนคติต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิม ซึ่งได้แก่ข้อความที่ 9 และกลุ่มที่สาม คือ กลุ่มที่ทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่ต่าง

มีความเห็นด้วยกับข้อความที่แสดงทรรศนะต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัย ซึ่งได้แก่ข้อความที่ 3, 5, 7, 8, 13, 16, 18 และ 20 ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าทั้งนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงไม่ได้มีทรรศนะต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมหรือตามแนวคิดร่วมสมัย แต่มีทั้งสองแนวคิดผสมกัน นิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงส่วนใหญ่มีทรรศนะต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีทั้งสองแนวคิดผสมกันในด้านทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกฎทางวิทยาศาสตร์

นิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่เลี้ยงควรตระหนักถึงความมานะอดทนของนักวิทยาศาสตร์ในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และต้องตระหนักถึงวิธีการเชื่อมโยงองค์ความรู้กับการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและเข้าใจถึงปรัชญาของวิทยาศาสตร์ การตระหนักถึงความสำคัญนี้เป็นสิ่งจำเป็นเพราะความรู้ที่ครูเลือกที่จะสอนกับวิธีสอนที่ใช้แสดงให้เห็นถึงทรรศนะของครูที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่น่าเสนอต่อนักเรียน ถ้าครูสอนหลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการอธิบายในระหว่างการบรรยายของครู แสดงว่าครูมีทรรศนะตามแนวคิดดั้งเดิมว่าวิทยาศาสตร์คือองค์ความรู้ที่เป็นจริงเท่านั้น แต่ถ้าครูไม่เพียงแต่สอนหลักการและกฎเท่านั้นแต่ยังสอนถึงกรณีตัวอย่างที่แสดงถึงการโต้แย้งเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่าครูมีทรรศนะตามแนวคิดร่วมสมัยว่านักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ถ้าเรายอมรับถึงความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นหลักสูตรการพัฒนาคูก่อนประจำการจึงควรพัฒนาคูให้เข้าใจแนวคิดร่วมสมัยของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และนำไปใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์

## ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้ นิสิตครูวิทยาศาสตร์สามารถบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขณะสอนวิทยาศาสตร์ได้ ข้อแรกหลักสูตรการผลิตครูที่คณะศึกษาศาสตร์ ควรให้นิสิตได้มีประสบการณ์ตรงในการแสดงทรรศนะและอภิปรายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์การสอนวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเมื่อนิสิตได้มีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ว่าจะสอนอะไรและสอนอย่างไร ควรให้นิสิตได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวว่าเน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร โดยให้นิสิตแสดงความคิดเห็นในกลุ่มเพื่อน แสดงออกในแผนการจัดการเรียนรู้ หรือเขียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในอนุทิน ข้อที่สอง คณะศึกษาศาสตร์ ควรเน้นความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายหนึ่งของหลักสูตรการผลิตครูวิทยาศาสตร์ หลักสูตรควรให้เวลามากขึ้นกับวิธีสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ นิสิตได้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของการเรียนรู้และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทรรศนะต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตอาจเป็นทรรศนะตามแนวคิดร่วมสมัยมากขึ้นถ้าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้รับการเชื่อมโยงกับธรรมชาติของการสอนและการเรียนรู้ และเพื่อให้เป้าหมายนี้สัมฤทธิ์ผล ควรมีโปรแกรมการพัฒนาครูโดยจัดการประชุมเชิงปฏิบัติการในเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อให้การสอนเน้นไปที่ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากกว่าการสอนเพียงแก่นเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว

## เอกสารอ้างอิง

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิภาธีรานนท์. 2529. “หน่วยที่ 1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.” *เอกสารการสอน*

- ชุดวิชา วิทยาศาสตร์ 3: แนวคิดทางวิทยาศาสตร์.  
กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด นำกิจการพิมพ์.  
ปรีชา วงศ์ชูศิริ. 2527. “หน่วยที่ 6 การจัดลำดับเนื้อหา  
และประสบการณ์.” เอกสารการสอนชุดวิชาการ  
สอนวิทยาศาสตร์ กรุงเทพฯ: บริษัทประชาชน  
จำกัด
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.  
2545ก. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์ กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่ง  
สินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- \_\_\_\_\_. 2545ข. มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.  
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุเทพ อุสาหะ. 2526. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับ  
มัธยมศึกษา. มหาสารคาม: โรงพิมพ์สหพันธ์.  
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545.  
พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ:  
บริษัทพรทิพย์กราฟฟิค จำกัด.
- Haidar, A. F. 1999. “Emirates Pre-service and In-  
service Teachers’ Views About the Nature of  
Science”. *International Journal of Science  
Education*. 21(8): 807-822.
- National Science Teacher Association (NSTA).  
2000. *Position Statement: The Nature of Science*.  
Available: [www.nsta.org/positionstatement&  
psid=22](http://www.nsta.org/positionstatement&psid=22).
- Palmquist, B. C. and F. N. Finley. 1997. “Preservice  
Teachers’ Views of the Nature of Science  
During a Postbaccalaureate Science Teaching  
Program”. *Journal of Research in Science  
Teaching*. 34(6): 595-615.
- Showalter, V. M. 1974. “What Is Unified Science  
Education? (Part 6): Program Objectives and  
Scientific Literacy”. *Prism II*. 2(4): 1-8.