

การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์

THE DEVELOPMENT OF ABILITY TO INTEGRATED NATURE OF SCIENCE IN LEARNING MANAGEMENT INDICATORS

สาวิตรี สิทธิชัยกานต์¹, มารุต พัฒนาผล², วิชัย วงษ์ใหญ่³ และโชติมา หนูพริก⁴
Sawitree Sitthichaiyakarn¹, Marut Patphol², Wichai Wongyai³ and Chotima Nooprick⁴

- ¹ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
² หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
³ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
⁴ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยการศึกษาเอกสารงานวิจัยและการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการพัฒนาผู้สอนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ศึกษาพร้อมทั้งข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกมาพัฒนาเป็นร่างตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จากนั้นตรวจสอบคุณภาพโดยการสนทนากลุ่มโดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและธรรมชาติวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นคนละกลุ่มกับการสัมภาษณ์เชิงลึก ได้ตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ ครูสามารถอธิบาย ยกตัวอย่าง ให้ข้อแนะนำ ขยายความ เปรียบเทียบเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและครอบคลุม 2) ด้านการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ ครูสามารถจัดการเรียนรู้ที่ผสมผสานเชื่อมโยงองค์ความรู้ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์กับสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ของวิทยาศาสตร์ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม และ 3) ด้านความตระหนักถึงความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ ครูต้องคำนึงถึงความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุก ๆ ครั้ง

ABSTRACT

The objectives of this research were developed ability to integrated nature of science in learning management indicators. Synthesized documents and in-depth interview the specialist in nature of science and specialists in teachers development

for integrated nature of science in learning management were used for data collection. The quality of drafted indicators based – on synthesized documents and in-depth interviewed was verified by focus group technique with the other specialists. The results find that, ability to integrated nature of science in learning management indicators have 3 factors. There were 1) nature of science concepts, teachers should be able to explain, provide examples or advices about the nature of science. Also, the teachers can compare the nature of science to Scientific World View, Scientific Inquiry and Scientific Enterprise inclusively. 2) integrated nature of science in learning management, Teachers should be able to design and implement an effective Nature of Science instruction together with other essential topics of science. 3) nature of science awareness, Teachers should be concerned that the Nature of Science is necessary to the science education, and students' understanding of the Nature of Science is considered to be an essential component of the scientific literacy.

คำสำคัญ

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการ
ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

Keywords

Nature of Science, Ability to Integrated Nature of Science in Learning
Management Indicators

ความสำคัญของปัญหา

ในยุคปัจจุบันที่มีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อให้ผู้เรียนสามารถรู้เท่าทันและปรับตัวเองให้อยู่ในสังคมแห่งเทคโนโลยีนี้ได้ โดยทั่วไปในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นจะเน้นพัฒนาผู้เรียนทางด้านองค์ความรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นผู้เรียนควรรู้และเข้าใจในแง่มุมต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะความเข้าใจในแนวคิดพื้นฐาน รากฐานของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีนักการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ใช้คำที่แตกต่างกันไป เช่น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่าธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Nature of Science หรือ NOS)

การเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน สร้างความตระหนักในคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจในข้อจำกัดและผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถใช้ความคิดวิจารณ์ญาณในการตัดสินใจเมื่อได้รับข้อมูลข่าวสารผ่านเทคโนโลยีต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ (คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, สำนักงาน, 2555; อังสนา วงษ์ดนตรี, 2556; อังคณา ปัทมพงศา, 2555; ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธิกุล, 2555) เนื่องจากความรู้

เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์คือสิ่งที่ผสมผสานระหว่างปรัชญาวิทยาศาสตร์ ประวัติวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาและจิตวิทยาจึงทำให้สามารถอธิบายลักษณะของวิทยาศาสตร์ในมุมมองอื่น ๆ ได้ (คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, สำนักงาน, 2555; McComas, 1998) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. ได้ให้ความสำคัญต่อธรรมชาติวิทยาศาสตร์และจัดทำหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีการกำหนดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไว้ในสาระการเรียนรู้ที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (อังคณา ปัทมพงศา, 2555; ทศินี พุฒนอก และคณะ, 2556; อังสนา วงษ์คนตรี และชาติรี ฝ่ายคำตา, 2556; เอกพนธ์ กลับใจ และคณะ, 2557; Kang, Scharmann & Noh, 2005; Douglas Allchin, 2012) พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนอยู่หลายประเด็น เช่น 1) เข้าใจว่าความรู้ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 2) เข้าใจว่าความแตกต่างทางด้านวัฒนธรรม ความเชื่อ หรือประสบการณ์เดิมไม่มีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ 3) เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์สามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่อง 4) เข้าใจว่าจินตนาการและการคิดสร้างสรรค์ไม่เกี่ยวข้องกับการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งสาเหตุหนึ่งของความไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการบูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, สำนักงาน, 2555; สรารัตน์ สุขผ่องใส และคณะ, 2557) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูพบว่าครูวิทยาศาสตร์ยังขาดความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในบางประเด็น และแม้ว่าครูจะมีความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์บางประเด็นเป็นอย่างดีแต่ก็ไม่ได้นำความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นนั้นมาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว และคณะ, 2550; ชัย แก้วहनัน, 2553; พงศพร ลลิตานุรักษ์, 2554; ขวัญหญิง ทิพแก้ว และคณะ, 2555; สุภัทร สายรัตนอินทร, 2557)

ตัวบ่งชี้ เป็นตัวแปรประกอบหรือองค์ประกอบแสดงถึงลักษณะหรือสภาพที่ต้องการศึกษา เป็นองค์รวมอย่างกว้าง ๆ แต่มีความชัดเจนเพียงพอในการประเมินสภาพที่ต้องการศึกษาได้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2551) จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการศึกษาและพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เป็นแนวทางสำหรับผู้บริหารในการพัฒนาผู้สอน หรือหน่วยงานพัฒนาครูให้สามารถจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ (Science Literate Person) อย่างแท้จริง คือ มีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในทุก ๆ แง่มุมไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อความสามารถในการรับรู้และสื่อสารกับวิทยาศาสตร์รอบ ๆ ตัว รวมถึงการใช้ชีวิตประจำวัน การแก้ปัญหาต่าง ๆ ผู้เรียนมีความเข้าใจในขอบเขตและข้อจำกัดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงการใช้วิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ มีคุณธรรมจริยธรรม และเห็นคุณค่าความจำเป็นของการเรียนวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555; อังสนา วงษ์คนตรี, 2556; อังคณา ปัทมพงศา, 2555; ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกุล, 2555)

โจทย์วิจัย/ปัญหาวิจัย

ตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เน้นเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้วิธีการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) และการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อศึกษาและพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศเพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แนวคิดทฤษฎีที่ทำการศึกษา ประกอบด้วยแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้บูรณาการ แนวคิดทฤษฎีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ขั้นตอนที่ 2 สัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เพื่อศึกษาตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ คือ 1) สำเร็จปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 2) ผ่านการทำวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3) มีประสบการณ์ในการจัดอบรมเพื่อพัฒนาครูด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้สัมภาษณ์และเก็บข้อมูลด้วยตนเองซึ่งเป็นการสัมภาษณ์อย่างเจาะลึกเป็นรายบุคคล

ขั้นตอนที่ 3 สังเคราะห์ตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยนำผลศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์และผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์มาจัดทำร่างตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 สนทนากลุ่ม (Focus Group) เฉพาะประเด็นตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยนำร่างตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์มาเป็นกรอบในการสนทนากลุ่ม เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ร่วมพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 คน โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือก คือ 1) สำเร็จปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 2) มีประสบการณ์พัฒนาครูวิทยาศาสตร์ไม่น้อยกว่า 5 ปี และกลุ่มที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือก คือ 1) สำเร็จปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 2) ผ่านการทำวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3) มีประสบการณ์

ในการจัดอบรมเพื่อพัฒนาครูด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญในการสนทนากลุ่มเป็นคนละชุดกับผู้เชี่ยวชาญของขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 5 ปรับแก้ตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ เมื่อได้รับข้อเสนอแนะจากการสนทนากลุ่ม ผู้วิจัยดำเนินการปรับแก้ตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และตรวจสอบความเหมาะสมของตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลการวิจัย

1. ผลจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้บูรณาการ แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ได้ตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ด้านความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1.1 ครูต้องมีความรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี

ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ในการจัดทำแผนการเรียนรู้ควรกำหนดตัวบ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้

1.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ระบุไว้ในแผนจัดการเรียนรู้

1.4 มีการกระตุ้นหรือสร้างความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความอยากในการเรียนรู้

1.5 ตรวจสอบความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์และความรู้เดิมของผู้เรียน

1.6 จัดสภาพห้องเรียนและสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมต่อการพัฒนาผู้เรียน

1.7 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติจริงในการเรียนรู้ และการสืบค้นโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.8 นำประเด็นของนักวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์หรือวิวัฒนาการมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.9 ใช้สื่อการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1.10 กระตุ้นผู้เรียนให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์กับผู้อื่น

1.11 ใช้คำถามเพื่อส่งเสริมการสะท้อนความคิดในสิ่งที่เรียนรู้

1.12 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นของธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1.13 จัดการเรียนรู้ที่ตรงกับบริบททางสังคมและสามารถใช้ในชีวิตจริงของผู้เรียน

1.14 ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง

1.15 มีการประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

1.16 มีการประเมินผลสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1.17 มีการประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย

ด้านความตระหนักถึงความสำคัญของการนำธรรมชาติวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.18 ครูควรให้ความสำคัญต่อธรรมชาติวิทยาศาสตร์

2. ผลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) โดยสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ คือ 1) สำเร็จปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 2) ผ่านการทำวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3) มีประสบการณ์ในการจัดอบรมเพื่อพัฒนาครูด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้สัมภาษณ์และเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยใช้คำถามกึ่งโครงสร้างและสัมภาษณ์แบบเจาะลึกเป็นรายบุคคล ได้ตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1 ครูควรมีความรู้และเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี

2.2 ครูต้องมีความตระหนักถึงความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.3 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ควรระบุประเด็นของธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.4 ครูควรกระตุ้นให้ผู้เรียนสะท้อนประเด็นของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ขณะเรียนรู้อาชีวศาสตร์ทุกครั้ง

2.5 ครูควรสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนแสดงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์และการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์

2.6 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง แก้ปัญหาจริงโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงกระบวนการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์

2.7 นำประเด็นของวิวัฒนาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์มายกตัวอย่าง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีหลักฐานที่เพียงพอ

2.8 ในการประเมินผลเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ครูควรใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้สะท้อนประเด็นของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน

2.9 ครูควรมีบทบาทในการกระตุ้น และชี้แนะให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามปกติเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง

2.10 ครูต้องประเมินผู้เรียนเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และหากมีผู้เรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ครูต้องดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

3. ผลการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยนำผลการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้บูรณาการ

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์และผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์มาจัดทำร่างตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้ทั้งหมด 22 ตัวบ่งชี้สามารถจัดกลุ่มได้ 8 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ 2) การสร้างและใช้แผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดตัวบ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์และจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับตัวบ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3) การสร้างความสนใจ โดยจัดสภาพห้องเรียนและสิ่งแวดล้อมให้ส่งเสริมต่อการพัฒนาผู้เรียนรวมทั้งกระตุ้นหรือสร้างความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความอยากในการเรียนรู้ 4) การสำรวจและค้นหา โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมการปฏิบัติจริง 5) การอธิบายและลงข้อสรุป โดยกระตุ้นผู้เรียนให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์กับผู้อื่น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 6) การขยายความรู้ โดยจัดการเรียนรู้ตรงกับบริบทและสามารถใช้ในชีวิตจริงของผู้เรียน 7) การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ โดยมีการประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลายสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และ 8) การเห็นความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4. ผลการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ร่างตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ได้ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

4.1 ด้านความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ควรระบุประเด็นย่อยเชิงพฤติกรรมเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปพัฒนาครูด้านความรู้ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์

4.2 ในบางด้านของร่างตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เช่น ด้านการสร้าง ความสนใจ ด้านการขยายความรู้ และด้านการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ อาจจะไม่สามารถบูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้ในทุก ๆ แผนการจัดการเรียนรู้ และโดยส่วนใหญ่ธรรมชาติวิทยาศาสตร์จะบูรณาการได้ดีในขั้นของการสำรวจค้นหา และขั้นของการอธิบายลงข้อสรุป จึงควรปรับปรุงแก้ไขในส่วนของ ด้านการสร้างและใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ด้านการสร้าง ความสนใจ ด้านการสำรวจและค้นหา ด้านการอธิบายและลงข้อสรุป ด้านการขยายความรู้ และด้านการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ โดยปรับภาษา จัดกลุ่มใหม่และตัดบางประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ออกเพื่อให้มีความเข้าใจชัดเจนมากขึ้น

4.3 ด้านการเห็นความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรระบุประเด็นย่อยเชิงพฤติกรรมเพื่อให้ง่ายต่อสังเกตและการนำไปพัฒนาครูต่อไป

5. ผลการปรับแก้ตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำที่ได้จากการสนทนากลุ่ม ดังนี้

5.1 ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ ครูสามารถอธิบาย ยกตัวอย่างให้ข้อเสนอแนะ ขยายความ เปรียบเทียบเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ อย่างถูกต้องและครอบคลุม ได้แก่

ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

5.1.1 อธิบายได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งต้องอาศัยพยานหลักฐาน หรือข้อมูลต่าง ๆ ผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล

5.1.2 ยกตัวอย่างเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีข้อมูลหรือพยานหลักฐานใหม่มาสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผลและเพียงพอ

5.1.3 เปรียบเทียบกฎและทฤษฎีได้อย่างถูกต้องว่าทั้ง 2 สิ่ง มีความสัมพันธ์กันแต่มีความแตกต่างกัน คือ กฎจะบ่งบอกหรืออธิบายถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีความสัมพันธ์กัน ณ สถานะใดสถานะหนึ่ง แต่ทฤษฎีจะอธิบายถึงเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์นั้น ๆ

5.1.4 ยกตัวอย่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม เนื่องจากการที่จะอธิบายปรากฏการณ์ใดได้นั้นต้องสามารถพิสูจน์ได้ด้วยพยานหลักฐาน ข้อมูลที่เพียงพอ

5.1.5 อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีและอธิบายพร้อมยกตัวอย่างได้ว่า 2 สิ่งนี้ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน โดยเทคโนโลยีเป็นผลมาจากการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.1.6 ขยายความการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีหลากหลายวิธี ซึ่งการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องการหลักฐาน และประจักษ์พยานเพื่อยืนยันความถูกต้อง

5.1.7 ยกตัวอย่างการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการควบคู่ไปกับการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล

5.1.8 ยกตัวอย่างและอธิบายถึงวิทยาศาสตร์ที่สามารถทำนายได้โดยอาศัยวิธีการหลักฐาน หลักการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีเหตุผลและเป็นที่ยอมรับ

5.1.9 ยกตัวอย่างการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ที่พยายามจะหลีกเลี่ยงอคติในการทำงานโดยมีการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นทีม เพื่อหาคำตอบในเรื่องเดียวกันหลาย ๆ องค์กรเพื่อยืนยันคำตอบนั้น

ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

5.1.10 อธิบายได้ว่าความเชื่อ สังคม วัฒนธรรมมีผลต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการทำงานทางวิทยาศาสตร์ ต้องมีกระบวนการตรวจสอบและประเมินความถูกต้องของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.1.11 อธิบายและยกตัวอย่างว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนในสังคม และทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในวิทยาศาสตร์ได้ เช่น การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในด้านต่าง ๆ

5.1.12 ขยายความในส่วนของนักวิทยาศาสตร์ว่ามีหลายบทบาทในสังคมไม่ว่าเป็นเป็นบทบาทของผู้เชี่ยวชาญและเป็นพลเมืองในสังคม เช่น หน้าที่ของผู้เชี่ยวชาญในการใช้ความรู้มาช่วยวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเพื่อช่วยเหลือสังคมในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือหน้าที่ของความเป็นพลเมืองที่อาจใช้ความรู้สึกหรืออคติส่วนตัวในการตัดสินใจเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

5.1.13 อธิบายและยกตัวอย่างว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสาขาวิชาต่าง ๆ และสถาบันอื่น ๆ เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถแตกแขนงไปยังสาขาอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

5.2 ด้านการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ ครูสามารถจัดการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงผสมผสานธรรมชาติวิทยาศาสตร์กับสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ของวิทยาศาสตร์ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม ได้แก่

5.2.1 กำหนดตัวบ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

5.2.2 ตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

5.2.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับตัวบ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

5.2.4 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์

5.2.5 กระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์วิวัฒนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

5.2.6 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ โดยการสืบค้นข้อมูลด้วยกระบวนการและทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย

5.2.7 ส่งเสริมการลงข้อสรุปด้วยข้อมูลหลักฐานที่ค้นพบ

5.2.8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สะท้อนคิดเกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์

5.2.9 ใช้สื่อการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

5.2.10 ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทำนายเหตุการณ์โดยใช้จินตนาการควบคู่ไปกับพยานหลักฐานอย่างมีเหตุผล

5.2.11 บันทึกปัญหาและผลที่ได้จากการสอนหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5.2.12 ให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

5.3 ด้านความตระหนักถึงความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ ครูมีความตระหนักและเห็นความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่

5.3.1 คำนึงถึงธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกครั้ง

5.3.2 ให้ความสำคัญกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 8 คือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

5.3.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเรื่องที่เรียนและชีวิตประจำวัน

5.3.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สะท้อนคิดธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ

5.3.5 อธิบายและชี้ให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

5.3.6 นำความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์มาทำวิจัยในชั้นเรียน

5.3.7 ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้กับเพื่อนครูด้วยกัน

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาและพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการ
ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทำให้ได้ตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการ
ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) **ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ
วิทยาศาสตร์** ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญของการจัดการเรียนรู้ในทุก ๆ สาขา คือ ผู้สอนต้องมีความรู้ความ
เข้าใจในเรื่องที่จะจัดการเรียนรู้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่
ระบุไว้ในมาตรฐานด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์ว่าครูต้องมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์
(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) กล่าวคือผู้สอนต้องแสดงออกเชิง
พฤติกรรม เช่น อธิบาย ยกตัวอย่าง ให้ข้อแนะนำ ขยายความ เปรียบเทียบเกี่ยวกับธรรมชาติ
วิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ ที่สามารถวัดและประเมินได้ว่ามีความรู้และเข้าใจในธรรมชาติ
วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ
กิจการทางวิทยาศาสตร์ (Lederman et al, 2002 ; McComas, 2000; American Association
for the Advancement of Science, 1993; Sufen Chen, 2006) 2) **ด้านการจัดการเรียนรู้
บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์** คือ ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์
กับสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ของวิทยาศาสตร์ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ Schwartz
and Lederman (อ้างถึงใน กาญจนนา มหาลี, 2553) ที่กล่าวว่าการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่
สอดแทรกในสาระวิทยาศาสตร์จะช่วยเชื่อมโยงความสอดคล้องระหว่างธรรมชาติวิทยาศาสตร์และ
เนื้อหาวิทยาศาสตร์และทำให้สาระนั้นมีความสมบูรณ์มากขึ้น โดยมีงานวิจัยจำนวนมากที่
ทำการศึกษานำทางการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (สรารัตน์ สุขผ่องใส และ
คณะ, 2557; กาญจนนา มหาลี, 2553; อังคณา ปัทมพงศา, 2555) เช่น ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่
เน้นทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill) ควรกำหนดประเด็น
ธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้งไว้ให้ชัดเจน และออกแบบ
กิจกรรม บ่งชี้และอภิปรายให้ผู้เรียนได้สะท้อนความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ออกมา 3) **ด้าน
ความตระหนักถึงความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์** คือ ผู้สอนมีความตระหนักและเห็น
ความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานครู
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ระบุไว้ใน
มาตรฐานด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์ว่าครูต้องมีความเข้าใจและตระหนักในความสำคัญของการทำ
ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) และ
สอดคล้องกับนักการศึกษาที่ให้ข้อคิดเห็นไว้ว่าผู้บริหารสถานศึกษา หรือสถาบันผลิตครูวิทยาศาสตร์
ควรให้ความสำคัญในการส่งเสริมผู้สอนวิทยาศาสตร์ให้ตระหนัก และมีทัศนคติที่ดีในการนำ
ธรรมชาติวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ขวัญหญิง ทิพแก้ว และคณะ, 2555;
พดุมพร ลีลิตานุกรักษ์ และคณะ, 2554) จากผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นผู้สอนวิทยาศาสตร์สามารถ
พัฒนาการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้โดยพัฒนาตามตัวบ่งชี้คุณลักษณะ
ความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบ ได้แก่ 1) **การพัฒนาด้าน
ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์** ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญ ผู้สอนต้องมีความรู้ความ
เข้าใจในเรื่องที่จะจัดการเรียนรู้เป็นอย่างดีซึ่งจะส่งผลให้สามารถ อธิบาย ยกตัวอย่าง ให้ข้อแนะนำ

ขยายความ เปรียบเทียบและเชื่อมโยงประเด็นของธรรมชาติวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาสาระอื่น ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้สอนควรศึกษาเพิ่มเติม ทำความเข้าใจในส่วนของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ 2) การพัฒนาด้านการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จะทำให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์กับสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ของวิทยาศาสตร์ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสมและทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความสมบูรณ์ครอบคลุมมากขึ้นซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง คือ มีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในทุก ๆ แง่มุม สามารถรับรู้และสื่อสารกับวิทยาศาสตร์รอบ ๆ ตัว รวมถึงการใช้ชีวิตประจำวัน การแก้ปัญหาต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนจะมีความเข้าใจในขอบเขตและข้อจำกัดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงการใช้วิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ มีคุณธรรมจริยธรรม และเห็นคุณค่าความจำเป็นของการเรียนวิทยาศาสตร์ (คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, สำนักงาน, 2555; อังสนา วงษ์ดนตรี, 2556; อังคณา ปัทมพงศา, 2555; ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธิกุล, 2555) 3) การพัฒนาด้านความตระหนักถึงความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ถือเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งเพราะหากผู้สอนเห็นความสำคัญและคำนึงถึงธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผู้สอนก็จะดำเนินการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง โดยการพัฒนาการความตระหนักถึงความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์นั้นควรชี้ให้ผู้สอนเห็นประโยชน์ของการเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ซึ่งจะส่งผลกระทบระยะยาวในการดำรงชีวิตในปัจจุบันที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทมากขึ้น

ทั้งนี้ ตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์อาจขึ้นอยู่กับบริบทของสถานศึกษา บริบทของผู้เรียน การศึกษาครั้งนี้เป็นการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผู้สอนให้สามารถจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะเชิงการพัฒนา

1.1 ผู้สอนควรพัฒนาตนเองในด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องตามมาตรฐานครุวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 ผู้สอนควรนำตัวบ่งชี้คุณลักษณะด้านการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้วิทยาศาสตร์ในทุกแง่มุม และเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง

1.3 ผู้บริหารสถานศึกษาหรือหน่วยงานพัฒนาผู้สอนวิทยาศาสตร์ควรนำตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้สอนให้สามารถจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ให้กับผู้สอนวิทยาศาสตร์

2) ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 ควรนำตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติ วิทยาศาสตร์มาศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาผู้สอนให้มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติ วิทยาศาสตร์และมีความสามารถสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม
- 2.2 ควรนำตัวบ่งชี้คุณลักษณะความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติ วิทยาศาสตร์มาพัฒนาเป็นเครื่องมือวัดและประเมินผลความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของผู้สอน

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษาสำนักงานคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- กาญจนา มหาลี. (2553). **การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ขวัญหญิง ทิพแก้ว และคณะ. (2555). การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง. **วารสารปาริชาติ ฉบับพิเศษ ผลงานวิจัยจากการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 22**. 25(3), 75-84.
- ชัย แก้วหนัน. (2553). **ผลของความเข้าใจและการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ ครูวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ทัศนีย์ พุฒนอก และคณะ. (2556). **ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เทพกัญญา พรหมชาติแก้ว และคณะ. (2550). **การพัฒนาการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อ ศึกษาแนวคิดและวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 1**. สงขลา: สงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2551). **“การพัฒนาตัวบ่งชี้การประเมิน” การประชุมวิชาการเปิดขอบฟ้า คุณธรรมจริยธรรม**. วันที่ 29 สิงหาคม 2551. โรงแรมแอมบาสเดอร์.
- พดุมพร ลีลิตานูรักษ์ และคณะ. (2554). **ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถ พิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค)**. **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับ สังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์**. 17(5), 223-254.

- ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกุล. (2555). การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาส
ราชนครินทร์**. 4(2), 73-90.
- สถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้น
พื้นฐาน. (2555). **คู่มือการอบรมเชิงปฏิบัติการ พัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ระดับ
ประถมศึกษา เพื่อส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี**. กรุงเทพฯ: อักษรไทย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2545). **มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี**. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- สรารัตน์ สุขผ่องใสและคณะ. (2557). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อน
ความคิด เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส. การประชุมทางวิชาการของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุภัทร สายรัตน์อินทร์. (2557). การสำรวจความเข้าใจด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
กรณีศึกษานักศึกษาชั้นปีที่สี่ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์.
ศรีสะเกษ: มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ.
- อังคณา ปัทมพงศา. (2555). การพัฒนาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและมุมมอง
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบจัดแจ้งของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ตอนปลาย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อังสนา วงษ์ดนตรี และชาติรี ฝ่ายคำตา. (2556). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนและอาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเตรียมทหาร. บทความวิจัยเสนอในการ
ประชุมมหาดใหญ่วิชาการครั้งที่ 4.
- เอกพนธ์ กลับใจ และคณะ. (2557). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผ่านประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์. คณะศึกษาศาสตร์
สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS.). (1993). **Benchmarks
for Science Literacy**. New York: Oxford University Press.
- Douglas Allchin. (2012). Teaching the nature of science through scientific errors.
Journal of Science Education.
- Kang, S., Scharmann, L. C. & Noh, T. (2005). **Examining Students Views on the
Nature of Science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th Graders**.
Science Education.

- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & R. S. Schwartz. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. **Journal of Research in Science Teaching**. 39(6), 497–521.
- McComas, W. F. (Ed.). (1998). **The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies Dordrecht**. Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W.F. (2000). **The Principle Elements of the Nature of Science: Dispelling the Myths**, In McComas, W. F. (ed.). *The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Sufen Chen. (2006). Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science. **Journal of Science Education**.