

การสร้างแผนภาพความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน Mapping Learners' Understandings of Nature of Science

ลือชา ลดาชาติ^{1*} และ ลฎาภา ลดาชาติ²

Luecha Ladachart and Ladapa Ladachart

¹วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา (School of Education, University of Phayao)

²คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (Faculty of Education, Chiang Mai University)

บทคัดย่อ

งานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมาเป็นเวลานาน วิธีการทั่วไปของการวิเคราะห์ความเข้าใจด้านนี้คือการจัดประเภทความเข้าใจออกเป็นกลุ่ม (เช่น ความเข้าใจที่รอบรู้ ความเข้าใจที่เปลี่ยนผ่าน และความเข้าใจที่ไร้เดียงสา) ซึ่งยังไม่สามารถแสดงได้ว่า ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านอย่างไร บทความนี้นำเสนอการวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างแผนภาพ ซึ่งผู้วิจัยสามารถสร้างขึ้นเพื่อแทนความเข้าใจเหล่านั้น ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามโดยนิสิตครูถูกใช้เป็นตัวอย่างเพื่อแสดงกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล บทความนี้เสนอแนะว่าการวิจัยด้านนี้ควรเน้นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบองค์รวมให้มากขึ้น

คำสำคัญ : การวิเคราะห์ข้อมูล; แผนภาพ; ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

Abstract

Research in science education has paid attention to developing learners' understandings of nature of science (NOS). A general way to analyze understandings of NOS is categorizing them into groups (e.g., informed, transition, and naïve) which cannot represent how the learners understand interrelations among NOS aspects. This article presents a way to analyze understandings of NOS using a map, which a researcher can create to represent those understandings. Data from preservice teachers' responses to a questionnaire are used as examples to illustrate the data analysis process. This article also suggests that research in this area should focus more on investigating interrelations among NOS aspects in a holistic way.

Keywords : Data analysis, Mapping, Nature of science

*Corresponding author, E-mail: ladachart@gmail.com

บทนำ

ประเทศไทยกำหนดให้การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) เป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553) การรู้วิทยาศาสตร์มีหลายองค์ประกอบ (DeBoer, 2000) โดยหนึ่งในนั้นคือความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science: NOS) ซึ่งหมายถึงความเข้าใจเกี่ยวกับความเชื่อ (Belief) ค่านิยม (Value) และญาณวิทยา (Epistemology) ของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Lederman, 1992) แม้ยังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอนว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรเข้าใจมีอะไรบ้าง แต่โดยทั่วไปแล้ว นักเรียนควรเข้าใจว่า 1. หลักฐานเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2. นักวิทยาศาสตร์ต้องตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน 3. นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนอาจมีแนวคิดทางทฤษฎีแตกต่างกัน และทำให้การลงข้อสรุปจากหลักฐานเดียวกันแตกต่างกันได้ 4. จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งชั่วคราวที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และ 6. การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ภายใต้กรอบความเชื่อ ค่านิยม และวัฒนธรรมในสังคม (ลือชา ลดาชาติ, ลฎาภา สุทธกุล, และ ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2556) ความเข้าใจเหล่านี้จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนเข้าใจและมีส่วนร่วมในประเด็นข้อถกเถียงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ครูวิทยาศาสตร์ทุกคนจึงควรเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสามารถจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม รายงานวิจัยเปิดเผยว่า ครูวิทยาศาสตร์อาจมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จำกัด (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, สุนันท์ สังข์อ่อน, และ สมาน แก้วไวยุทธ, 2550; ลฎาภา สุทธกุล, นฤมล ยุตาคม, และ บุญเกื้อ วัชรเสถียร, 2554; พดุมพร ลลิตานุกรักษ์ และ ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2554; สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม, 2551) โดยครุมักเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือการปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว นักวิทยาศาสตร์ต้องไม่มีอคติหรือความคิดเห็นส่วนตัวใด ๆ ในการลงข้อสรุปจากหลักฐาน นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เพียงแคในช่วงเริ่มต้นของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นอิสระจากบริบททางสังคมและวัฒนธรรม (ลือชา ลดาชาติ และคณะ, 2556) ด้วยความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้ ครูวิทยาศาสตร์หลายคนจึงยังไม่สามารถจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่สะท้อนภาพความเป็นจริงของการทำงานทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์ (ลฎาภา สุทธกุล และคณะ, 2554; พดุมพร ลลิตานุกรักษ์ และ ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2554; สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม, 2551) ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนเช่นกัน (กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2553; ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกุล, 2555)

งานวิจัยข้างต้นมุ่งศึกษาว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านอย่างไร และคลาดเคลื่อนหรือไม่ ข้อมูลมักถูกวิเคราะห์แบบแยกส่วนตามลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ตัวอย่างเช่น กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2553) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.1 จำนวน 110 คน โดยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกแบ่งออกเป็น 3 ด้าน แต่ละด้านประกอบด้วยประเด็นย่อย 3-4 ประเด็น ในงานนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยในรูปแบบของร้อยละของนักเรียนที่ 1. เข้าใจถูกต้อง 2. เข้าใจบางส่วน 3. เข้าใจคลาดเคลื่อน และ 4. ไม่เข้าใจ ในทำนองเดียวกัน พดุมพร ลลิตานุกรักษ์ และ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2554) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูระดับบัณฑิตศึกษา จำนวน 59 คน โดยความเข้าใจ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบสอบถามเพื่อวัดความเข้าใจโดยการให้นิสิตเลือกว่าตนเอง 1. เห็นด้วย 2. ไม่แน่ใจ หรือ 3. ไม่เห็นด้วยกับแต่ละข้อความ ในการนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยในรูปแบบของร้อยละของนิสิตที่เลือกคำตอบแต่ละประเภท

แม้แต่งานวิจัยที่เป็นกรณีศึกษาหรืองานวิจัยที่มีผู้ให้ข้อมูลจำนวนน้อยก็มีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบแยกส่วนเช่นเดียวกัน สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม (2551) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูเคมี 3 คน โดยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกแบ่งออกเป็น 3 ด้าน แต่ละด้านประกอบด้วยประเด็นย่อย 2-4 ประเด็น ในการนี้ ผู้วิจัยแบ่งความเข้าใจแต่ละด้านของครูออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1. ความเข้าใจเป็นอย่างดี 2. ความเข้าใจสับสนและไม่ชัดเจน และ 3. ความเข้าใจคลาดเคลื่อน ในทำนองเดียวกัน ลฎาภา สุทธิกุล และคณะ (2554) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูระดับประถมศึกษา 4 คน โดยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกแบ่งออกเป็น 3 ด้าน แม้ผู้วิจัยไม่ได้มีการระบุประเภทของความเข้าใจ ดังเช่นผู้วิจัยอื่นก่อนหน้านี้นี้ แต่กระนั้นก็ตามผู้วิจัยบรรยายความเข้าใจแต่ละด้านโดยปราศจากการแสดงว่า ความเข้าใจเหล่านั้นสัมพันธ์กันอย่างไร งานวิจัยก่อนหน้าของผู้เขียนเองก็มีข้อจำกัดนี้ (ลีอา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธิกุล, 2555) ผู้เขียนได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.4 จำนวน 14 คน โดยความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ซึ่งผู้เขียนรายงานผลการวิจัยที่แสดงความเข้าใจแต่ละด้านแบบแยกส่วน

การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบแยกส่วน แม้ช่วยให้เห็นภาพได้ว่าผู้เรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนอย่างไรบ้างและด้วยอัตราส่วนเท่าใด แต่ก็ยังมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถแสดงว่า ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านอย่างไร เนื่องจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องซับซ้อน นักวิทยาศาสตร์ศึกษา (เช่น Lederman, 1992) จึงนำเสนอธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็นด้านต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อความชัดเจนและความง่ายต่อการทำความเข้าใจ แต่การนำเสนอเช่นนี้ไม่ได้หมายความว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านไม่มีความสัมพันธ์กัน จากการศึกษาความเข้าใจของนักวิทยาศาสตร์ Schwartz & Lederman (2008) พบว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านหนึ่งอาจมีความสัมพันธ์กับอีกด้านหนึ่งมากกว่าด้านอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น ความเข้าใจที่ว่า “นักวิทยาศาสตร์มีการตีความหลักฐานขึ้นเดียวกันได้แตกต่างกัน” สัมพันธ์กับความเข้าใจที่ว่า “นักวิทยาศาสตร์มีการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์” ทั้งนี้เพราะจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีส่วนทำให้เกิดการตีความที่แตกต่างกัน การเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างสมบูรณ์จึงไม่ใช่แค่การมีความเข้าใจแต่ละด้านอย่างถูกต้องเท่านั้น แต่ผู้เรียนต้องเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านด้วย

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านมีประโยชน์ต่อการออกแบบการจัดการเรียนการสอน ซึ่งจะนำไปสู่การตัดสินใจว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านใดควรหรือสามารถผนวกรวมกับด้านใดได้บ้าง แต่ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลในปัจจุบัน การวิจัยเพื่อศึกษาความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านแทบไม่มีปรากฏ บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการวิเคราะห์ความเข้าใจของผู้เรียนในรูปแบบที่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านได้ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่แตกต่างออกไป ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า นักวิจัยเกี่ยวกับการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถนำวิธีการในบทความนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาและส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบองค์รวมมากขึ้น อันจะนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้นต่อไป ในการนี้ ผู้เขียนได้หยิบยกข้อมูลจากนิสิตครูชีววิทยามาเป็นตัวอย่างในการนำเสนอในบทความนี้

กรอบแนวคิดและการได้มาซึ่งข้อมูล

แม้ในปัจจุบันยังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอนว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรเข้าใจมีอะไรบ้าง แต่ในบทความนี้ ผู้เขียนเลือกใช้กรอบแนวคิดของ Lederman (1992) ซึ่งเสนอว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานควรเข้าใจประกอบด้วย 1. หลักฐานเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Empirical NOS) 2. นักวิทยาศาสตร์ต้องตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน (Inferential NOS) 3. นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนอาจมีแนวคิดทางทฤษฎีแตกต่างกัน และทำให้การลงข้อสรุปจากหลักฐานเดียวกันแตกต่างกันได้ (Subjective NOS) 4. จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Imaginative NOS) 5. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งชั่วคราวที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentative NOS) และ 6. การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ภายใต้กรอบความเชื่อ ค่านิยม และวัฒนธรรมในสังคม (Socio-cultural NOS) นอกจากนี้ นักเรียนอาจจำเป็นต้องเข้าใจความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงข้อสรุป ตลอดจนความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ด้วย (รายละเอียดอยู่ที่ ลือชา ลดาชาติ และคณะ, 2556) อย่างไรก็ตาม เพื่อความชัดเจนและความกระชับ ผู้เขียนขอจำกัดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้เพียงแค่ 5 ด้านแรกเท่านั้น

เนื่องจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องซับซ้อน ผู้วิจัยส่วนใหญ่จึงใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ทั้งจากการเขียนตอบ และ/หรือการสัมภาษณ์ (กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ้ายคำตา, 2553; เทพกัญญา พรหมชาติ แก้ว และคณะ, 2550; ลฎาภา สุทธกุล และคณะ, 2554; ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกุล, 2555; สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม, 2551) เครื่องมือที่ผู้วิจัยหลายคนนำมาประยุกต์ใช้คือ “แบบสอบถามมุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” ซึ่ง Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz (2002) พัฒนาขึ้น แบบสอบถามนี้ประกอบด้วยคำถามปลายเปิด 7 ข้อ ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คำถามส่วนใหญ่เป็นคำถามที่ไม่มีบริบท เช่น วิทยาศาสตร์คืออะไร (ข้อที่ 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากความรู้ในศาสตร์สาขาอื่นอย่างไร (ข้อที่ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (ข้อที่ 3) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์คืออะไร (ข้อที่ 6) และนักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานหรือไม่และอย่างไร (ข้อที่ 7) ในขณะที่คำถามบางข้อมีบริบทเพื่อช่วยให้ผู้เรียนแสดงความเข้าใจของตนเองได้ง่ายขึ้น เช่น นักวิทยาศาสตร์รู้และมั่นใจได้อย่างไรว่า ไดโนเสาร์เคยมีชีวิตอยู่บนโลกและมีลักษณะดังที่ปรากฏตามสื่อต่าง ๆ (ข้อที่ 4) และนักวิทยาศาสตร์สนใจในสภาพอากาศที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์พยากรณ์ได้อย่างไร (ข้อที่ 5) ข้อมูลที่ผู้เขียนนำมาเสนอในบทความนี้ก็มาจากการให้นิสิตครูชีววิทยา 19 คน ตอบแบบสอบถามนี้

การสร้างแผนภาพรายบุคคล

แผนภาพเป็นเครื่องมือในการแสดงและจัดระเบียบความรู้หรือโครงสร้างทางสติปัญญา (Novak & Canas, 2008) ซึ่งได้กลายเป็นกลวิธีหนึ่งของการวิจัยเชิงคุณภาพ (Daley, 2004) ในกรณีนี้ เมื่อผู้เขียนเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพมาแล้ว ขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์ข้อมูลคือการแปลงข้อมูลเชิงคุณภาพให้อยู่ในรูปแบบของข้อความเอกสาร จากนั้น ผู้เขียนจึงอ่านเพื่อตีความหมายข้อมูล แยกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย และให้รหัสกับข้อมูลส่วนย่อย (ลือชา ลดาชาติ, 2558) ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ตัวอย่างเช่น เมื่อนิสิตคนหนึ่งตอบคำถามข้อที่ 4 ว่า “จากฟอสซิลที่ค้นพบ (นักวิทยาศาสตร์) นำมาเปรียบเทียบกับสัตว์ต่าง ๆ ที่เจอในปัจจุบัน และสันนิษฐานตาม

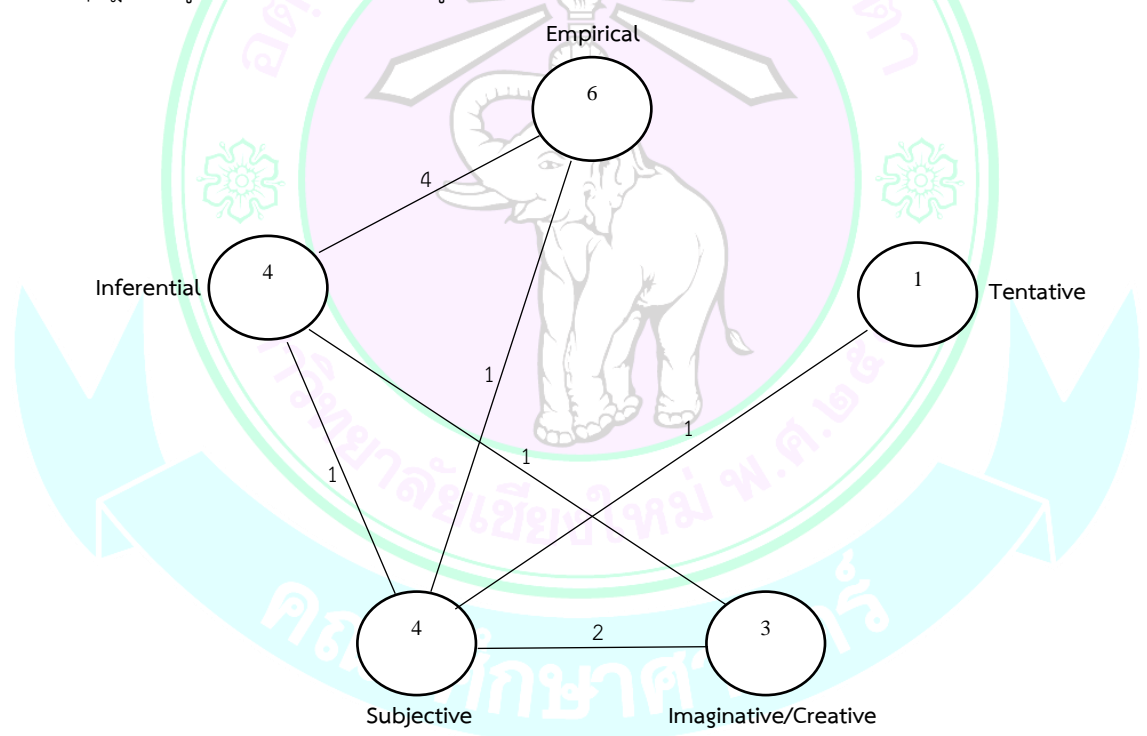
แบบอย่างที่พบ” ผู้เขียนสามารถให้ทั้งรหัส Empirical NOS กับข้อความที่ว่า “ฟอสซิลที่ค้นพบ” และรหัส Inferential NOS กับข้อความที่ว่า “(นักวิทยาศาสตร์)สันนิษฐานตามแบบอย่างที่พบ” ในทำนองเดียวกัน เมื่อนิสิตอีกคนหนึ่งตอบคำถามข้อที่ 2 ว่า “(วิทยาศาสตร์)มีการทดลองหาข้อเท็จจริงมาหักล้างข้อโต้แย้ง” ผู้เขียนสามารถให้ทั้งรหัส Empirical NOS กับข้อความที่ว่า “มีการทดลองหาข้อเท็จจริง” และรหัส Subjective NOS กับข้อความที่ว่า “หักล้างข้อโต้แย้ง” ซึ่งบอกเป็นนัยว่า นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนไม่จำเป็นต้องคิดเหมือนกัน ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างการให้รหัสแก่คำตอบของนิสิต

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างการให้รหัสแก่คำตอบของนิสิต

รหัส	ลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของผู้เรียน
Empirical NOS	หลักฐานเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	“(วิทยาศาสตร์)มีการทดลองหาข้อเท็จจริงมาหักล้างข้อโต้แย้ง”
Inferential NOS	นักวิทยาศาสตร์ต้องตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน	“จากฟอสซิลที่ค้นพบ (นักวิทยาศาสตร์)นำมาเปรียบเทียบกับสัตว์ต่าง ๆ ที่เจอในปัจจุบัน และสันนิษฐานตามแบบอย่างที่พบ”
Subjective NOS	นักวิทยาศาสตร์อาจลงข้อสรุปหลักฐานเดียวกันได้แตกต่างกัน	“(นักวิทยาศาสตร์)แต่ละคนอาจจะมีทัศนคติต่างกัน”
Imaginative/ Creative NOS	จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	“การตั้งสมมติฐาน ถ้าไม่ใช้จินตนาการว่า สิ่งที่เราคิดหรือเจอ ... เราจะได้สิ่งใหม่ ๆ เกิดขึ้นมา”
Tentative NOS	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งชั่วคราวที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้	“(ความรู้ทาง)วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ไม่ตายตัวสามารถเปลี่ยนแปลงได้”

เนื่องจากตัวอย่างคำตอบข้างต้นไม่เพียงแต่แสดงถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 ด้าน หากยังแสดงถึงความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ดังนั้น ผู้เขียนจึงต้องหาวิธีการนำเสนอข้อมูลเพื่อแสดงความเชื่อมโยงระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 ด้านด้วย ในการนี้ ผู้เขียนนำวิธีการของ Park & Chen (2012) ซึ่งสร้างแผนภาพรูป 5 เหลี่ยมเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical content knowledge) มาประยุกต์ใช้เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน (ดังรูปที่ 1) โดยวงกลมแต่ละวงแทนความเข้าใจแต่ละด้าน และเส้นที่เชื่อมโยงระหว่างวงกลม 2 วง แทนความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจ 2 ด้าน ผู้เขียนได้ระบุตัวเลขภายในวงกลมแต่ละวง และตัวเลขที่กำกับอยู่บนแต่ละเส้น ทั้งนี้เพื่อแสดงจำนวนรหัสหรือจำนวนครั้งที่นิสิตอ้างอิงถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ ด้วยวิธีการนี้ ผู้เขียนสามารถระบุได้ว่า นิสิตแต่ละคนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านใดบ้าง (จำนวนวงกลม และตัวเลขภายในวงกลมแต่ละวง) และความเข้าใจเหล่านั้นสัมพันธ์กันอย่างไร (จำนวนเส้น และตัวเลขที่กำกับบนแต่ละเส้น)

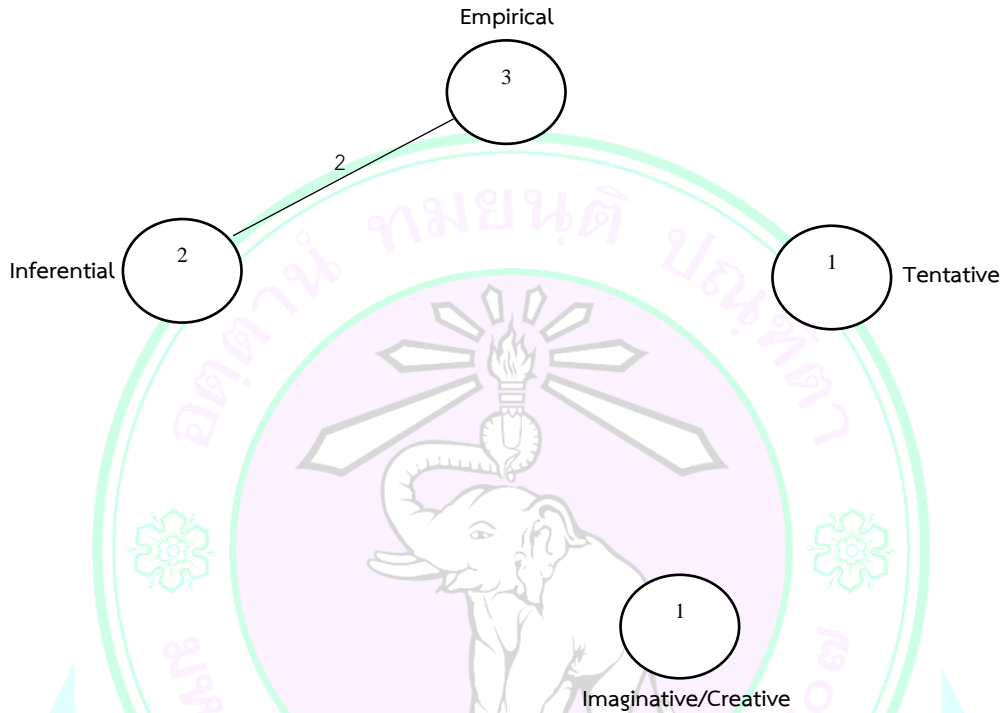
จากตัวอย่างในรูปที่ 1 นิสิตคนหนึ่งกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ จำนวนทั้งสิ้น 18 ครั้ง ซึ่งประกอบด้วยการกล่าวถึงความจำเป็นของหลักฐานในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Empirical NOS) 6 ครั้ง โดยการกล่าวถึงหลักฐาน 4 ครั้ง มีการเชื่อมโยงกับการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน (Inferential NOS) ดังเช่นคำตอบที่ว่า “นักพยากรณ์อากาศได้รวบรวมข้อมูล [Empirical NOS] เพื่อวิเคราะห์ว่า สภาพอากาศควรจะเป็นแบบใด [Inferential NOS]” (ข้อที่ 5) ในขณะที่การกล่าวถึงหลักฐาน 1 ครั้ง เชื่อมโยงกับอัตวิสัยของนักวิทยาศาสตร์ (Subjective NOS) ดังเช่นคำตอบที่ว่า “(วิทยาศาสตร์)มีการทดลองหาข้อเท็จจริง [Empirical NOS] มาห้กล้างข้อโต้แย้ง [Subjective NOS]” (ข้อที่ 4) ในขณะที่การกล่าวถึงหลักฐานอีก 1 ครั้ง ไม่ได้เชื่อมโยงกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ดังคำตอบที่ว่า “นักพยากรณ์อากาศได้รวบรวมข้อมูลจากหลายที่และหลายประเภท [Empirical NOS]” นิสิตคนนี่ยังได้กล่าวถึงความไม่แน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Tentative NOS) และยกตัวอย่างสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงความรู้ว่าเป็นเพราะแนวคิดทางทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ไม่ตรงกัน (Subjective NOS) ดังคำตอบที่ว่า “วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ไม่ตายตัว สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา [Tentative NOS] เช่น ทฤษฎีเก่าเมื่อมีทฤษฎีใหม่ที่ถูกต้องและอธิบายได้มา ก็ถูกหักล้างไป [Subjective NOS]”



รูปที่ 1 แสดงแผนภาพความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตคนหนึ่ง

ในทางตรงข้าม นิสิตอีกคนหนึ่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์น้อยกว่านิสิตคนแรก นิสิตคนที่สองนี้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ เพียง 7 ครั้ง (ดังรูปที่ 2) ซึ่งประกอบด้วยการกล่าวถึงความจำเป็นของหลักฐานในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Empirical NOS) 3 ครั้ง โดย 1 ใน 3 ครั้ง เป็นการอ้างถึงหลักฐานที่ไม่มีการเชื่อมโยงกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ดังประโยคที่ว่า “(นักวิทยาศาสตร์)ใช้การสำรวจและตรวจสอบจากซากดึกดำบรรพ์(และ)โครงกระดูก [Empirical NOS]” แต่ในการกล่าวถึงหลักฐานอีก 2 ครั้ง นิสิต

คนนี้มี การเชื่อมโยงกับการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน (Inferential NOS) ดังประโยคที่ว่า “(นักวิทยาศาสตร์) ใช้การคาดเดา [Inferential NOS] จากโครงกระดูก [Empirical NOS] และสันนิษฐาน [Inferential NOS] จาก DNA [Empirical NOS]” นอกจากนี้ นิสิตคนนี้มี การอ้างถึงการเปลี่ยนแปลงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Tentative NOS) และบทบาทของจินตนาการในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Imaginative NOS) อย่างละ 1 ครั้ง

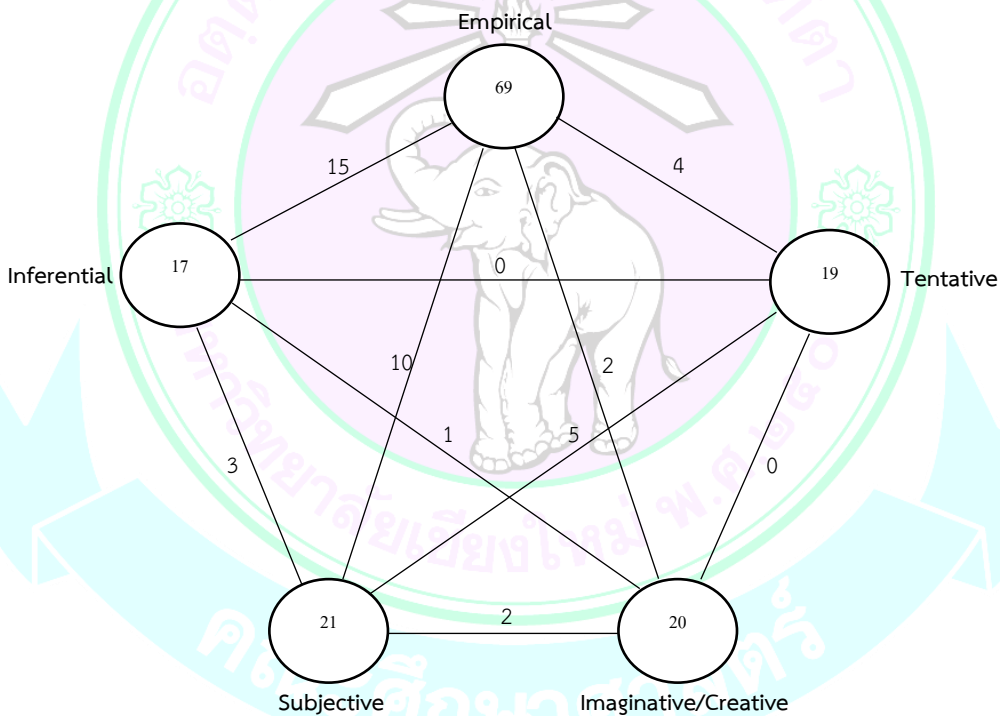


รูปที่ 2 แสดงแผนภาพความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตอีกคนหนึ่ง

จากการให้รหัสของนิสิตแต่ละคน ผู้เขียนสามารถสร้างแผนภาพเพื่อแทนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตแต่ละคน จากจำนวนวงกลมและจากตัวเลขในวงกลมแต่ละวง และจากจำนวนเส้นที่เชื่อมโยงวงกลมและตัวเลขที่กำกับแต่ละเส้น ผู้เขียนสามารถเห็นว่า นิสิตแต่ละคนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านใดบ้าง และความเข้าใจแต่ละด้านสัมพันธ์กันอย่างไร ตามลำดับ ตัวอย่างเช่น นิสิตผู้เป็นเจ้าของรูปที่ 1 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5 ด้าน และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้บ้างบางส่วน โดยเฉพาะการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความจำเป็นของหลักฐาน (Empirical NOS) กับการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน (Inferential NOS) ซึ่งมีถึง 4 ครั้ง อย่างไรก็ตาม แม้ นิสิตคนนี้จะเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentative NOS) แต่เขายังไม่สามารถเชื่อมโยงได้ว่า การได้มาซึ่งหลักฐานใหม่ (Empirical NOS) อาจทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ (Tentative NOS) ด้วยแผนภาพเช่นนี้ ผู้เขียนจึงพอทราบได้ว่า นิสิตคนนี้ควรได้รับการส่งเสริมความเข้าใจด้านใด และความสัมพันธ์ระหว่างด้านใดกับด้านใดเป็นพิเศษ

การสร้างแผนภาพหมู่

นอกจากการสร้างแผนภาพที่แสดงว่า นิสิตแต่ละคนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านอย่างไรแล้ว ผู้เขียนอาจนำแผนภาพของนิสิตแต่ละคนมารวมหรือซ้อนกัน และสร้างเป็นแผนภาพหมู่ที่แสดงภาพรวมของความเข้าใจของนิสิตทั้งหมด (ดังรูปที่ 3) แผนภาพหมู่จะแสดงให้เห็นลักษณะร่วมบางอย่างที่แฝงอยู่ในนิสิตกลุ่มนี้ จากรูปที่ 3 ที่แสดงภาพรวมของความเข้าใจของนิสิต 19 คน ผู้วิจัยจะสามารถเห็นได้ว่า แม้นิสิตกลุ่มนี้ตระหนักถึงความจำเป็นของหลักฐานเป็นอย่างดีจากการอ้างอิงถึงหลักฐาน 69 ครั้ง หรือ 47.26% แต่กลับมีแนวโน้มที่จะละเลยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ดังที่ความถี่ของการอ้างอิงถึงด้านอื่นลดลงมากกว่า 3 เท่า (17 – 21 ครั้ง) นอกจากนี้ ความเชื่อมโยงส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างความจำเป็นของหลักฐาน (Empirical NOS) กับการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน (Inferential NOS) จำนวน 15 ครั้ง หรือ 35.71% และความเชื่อมโยงระหว่างความจำเป็นของหลักฐาน (Empirical NOS) กับความคิดที่แตกต่างกันของนักวิทยาศาสตร์ (Subjective NOS) จำนวน 10 ครั้ง หรือ 23.81% โดยความเชื่อมโยงทั้งสองรวมกันมีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่ง (59.52%) ของความเชื่อมโยงทั้งหมด



รูปที่ 3 แสดงแผนภาพความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้ให้ข้อมูลหลายคน

การวิเคราะห์แผนภาพหมู่ช่วยให้ผู้เขียนเห็นว่า การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนิสิตกลุ่มนี้ควรเป็นอย่างไร รูปที่ 3 แสดงว่า นิสิตกลุ่มนี้เข้าใจความจำเป็นของหลักฐาน (Empirical NOS) ในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี ทฤษฎีการเรียนรู้สรคณนิยม (Constructivism) แนะนำว่า การพัฒนาความเข้าใจควรเริ่มต้นจากสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจอยู่แล้วไปยังความเข้าใจใหม่ (Yager, 1991) ดังนั้น ผู้เขียนสามารถใช้ความจำเป็นของหลักฐานเป็นจุดเริ่มต้นของการส่งเสริมความเข้าใจด้านอื่น เนื่องจากแผนภาพความเข้าใจของนิสิตรายบุคคล (ซึ่งผู้เขียน

ไม่ได้หยิบยกมานำเสนอในที่นี้) บ่งบอกว่า นิสิตบางคนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความจำเป็นของหลักฐาน (Empirical NOS) กับการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน (Inferential NOS) แม้พวกเขาไม่ได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาก่อน ในขณะที่เดียวกัน นิสิตบางคนยังไม่เข้าใจความสัมพันธ์นี้ ดังนั้น ความสัมพันธ์นี้จึงเป็นสิ่งที่นิสิตเข้าใจได้ไม่ยากหากพวกเขาได้รับการส่งเสริม ความสัมพันธ์นี้จึงควรได้รับการส่งเสริมสำหรับนิสิตบางคนที่ยังไม่เข้าใจ เมื่อนิสิตทั้งหมดเข้าใจความสัมพันธ์นี้แล้ว ผู้เขียนจึงค่อยขยายความเข้าใจไปสู่ความสัมพันธ์ระหว่างอัตวิสัยของนักวิทยาศาสตร์ (Subjective NOS) กับการลงข้อสรุปหลักฐาน (Inferential NOS) และกับความจำเป็นของหลักฐาน (Empirical NOS) จากนั้น ผู้เขียนจึงค่อยนำเสนอบทบาทของจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ (Imaginative and Creative NOS) และความไม่แน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Tentative NOS) รวมทั้งเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 ด้านนี้เข้ากับด้านอื่นที่นิสิตเข้าใจอยู่แล้ว ทั้งหมดนี้คือตัวอย่างการพิจารณาและใช้แผนภาพ (ทั้งแบบรายบุคคลและแบบหมู่) เพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความสอดคล้องกับความเข้าใจเดิมของผู้เรียน

ศักยภาพและข้อจำกัด

การวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างแผนภาพมีศักยภาพหลายประการ 1. ผู้เขียนสามารถทราบว่า นิสิตเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจแต่ละด้านหรือไม่และอย่างไร ซึ่งการวิเคราะห์แบบเดิมยังไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์เหล่านี้ได้อย่างชัดเจน 2. ผู้เขียนสามารถกำหนดแนวทางในการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า นิสิตมีความเข้าใจอะไรเป็นทุนเดิม และสามารถทำความเข้าใจนั้นเป็นพื้นฐานหรือเชื่อมโยงไปยังความเข้าใจด้านอื่นอย่างไร และ 3. การสร้างแผนภาพในช่วงเวลาต่าง ๆ (เช่น ก่อน ระหว่าง และ หลังการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้) ช่วยให้ผู้เขียนสามารถติดตามได้ว่า นิสิตมีพัฒนาการด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร ด้วยศักยภาพเหล่านี้ การจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงมีทิศทางที่ชัดเจน และสามารถช่วยให้นิสิตเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์แบบองค์รวมมีข้อจำกัดเช่นกัน ทั้งนี้เพราะแผนภาพไม่อาจแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้ ดังนั้น การใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งแบบแยกส่วนและแบบองค์รวมร่วมกัน อาจช่วยให้ภาพเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างครบถ้วนและสมบูรณ์มากขึ้น

บทสรุป

บทความนี้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบองค์รวม ซึ่งเน้นการสร้างแผนภาพเพื่อแสดงว่า ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านอย่างไร การวิเคราะห์ข้อมูลในบทความนี้แตกต่างไปจากการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยหลายเรื่องก่อนหน้านี้ ซึ่งเน้นการวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านแบบแยกส่วน การวิเคราะห์แบบองค์รวมมีข้อดีที่ว่า ผู้วิจัยมีแนวทางการเชื่อมโยงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างไปจากเดิม ผู้เขียนหวังว่าการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในอนาคตจะไม่จำกัดอยู่เพียงแค่การระบุว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจที่

ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนอย่างไรและด้วยอัตราส่วนเท่าใด การวิจัยในอนาคตควรเน้นการศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านให้ลึกซึ้งมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ้ายคำตา. (2553). ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารสงขลานครินทร์ (ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์), 16(5), 795-809.
- เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, สุนันท์ สังข์อ่อง, และ สมาน แก้วไวยุทธ. (2550). การพัฒนาการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาแนวคิดและวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาช่วงชั้นที่หนึ่ง. วารสารสงขลานครินทร์ (ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์), 13(4), 513-525.
- พดุมพร ลลิตานุรักษ์ และ ชาตรี ฝ้ายคำตา. (2554). ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.). วารสารสงขลานครินทร์ (ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์), 17(5), 223-254.
- ลฎาภา สุทธกุล, นฤมล ยุตาคม, และ บุญเกื้อ วัชรเสถียร. (2554). กรณีศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติการสอนของครูระดับประถมศึกษา. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (สังคมศาสตร์), 32(3), 458-469.
- ลือชา ลดาชาติ. (2558). การวิจัยเชิงคุณภาพสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกุล. (2555). การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, 4(2), 73-90.
- ลือชา ลดาชาติ, ลฎาภา สุทธกุล, และ ชาตรี ฝ้ายคำตา. (2556). ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างการส่งเสริมการเรียนการสอน “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” ภายนอกและภายในประเทศไทย. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (สังคมศาสตร์), 34(2), 269-282.
- สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม. (2551). ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (สังคมศาสตร์), 29(3), 228-239.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- Daley, B. J. (2 0 0 4). Using Concept Maps in Qualitative Research. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.133.6537&rep=rep1&type=pdf>
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. J Res Sci Teach, 37(6), 582-601.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. J Res Sci Teach, 29(4), 331-359.

- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *J Res Sci Teach*, 39(6), 497-521.
- Novak, J. D. & Canas, A. J. (2008). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. Retrieved from <http://eprint.ihmc.us/5/2/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>
- Park, S. & Chen, Y. (2012). Mapping Out the Integration of Components of Pedagogical Content Knowledge (PCK): Examples from High School Biology Classrooms. *J Res Sci Teach*, 49(7), 922-941.
- Schwartz, R. & Lederman, N. (2008). What Scientists Say: Scientists' Views of Nature of Science and Relation to Science Context. *Int J Sci Educ*, 30(6), 727-771.
- Yager, R. E. (1991). The Constructivist Learning Model: Towards Real Reform in Science Education. *Sci Teach*, 58(6), 52-57.

ประวัติผู้เขียนบทความ



อาจารย์ ดร. ลือชา ลดาชาติ จบการศึกษาปริญญาเอก จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง อาจารย์ วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา มีความเชี่ยวชาญในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การวิจัยเชิงคุณภาพ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์



อาจารย์ ดร. ลฎาภา ลดาชาติ จบการศึกษาปริญญาเอก จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง อาจารย์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีความเชี่ยวชาญในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์