นิสิตครูชีววิทยาเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ อย่างไร?

ลือชา ลดาชาติ
วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา
ladachart@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่า นิสิตครูชีววิทยาเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร ผู้ให้ข้อมูลประกอบด้วยนิสิตครูชีววิทยา 19 คน (ชาย 5 คน และหญิง 14 คน) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามปลายเปิด (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002) และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการให้รหัสร่วมกับการสร้างแผนภาพ 5 เหลี่ยม เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5 ด้าน โดยแต่ละเหลี่ยมของแผนภาพแทนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ได้แก่ ความจำเป็นของหลักฐานในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน อัตวิสัยของนักวิทยาศาสตร์ ความไม่แน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และบทบาทของจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยในภาพรวมเปิดเผยว่า นิสิตทุกคนเข้าใจความจำเป็นของหลักฐานในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และบางคนเชื่อมโยงความเข้าใจด้านนี้กับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านอื่น โดยเฉพาะการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน และอัตวิสัยของนักวิทยาศาสตร์ การวิจัยนี้ให้ข้อเสนอแนะว่าการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรเป็นไปในลักษณะองค์รวม โดยความเข้าใจเกี่ยวกับความจำเป็นของหลักฐานสามารถเป็นจุดเริ่มต้นหรือพื้นฐานของการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ

[วารสารธรรมศาสตร์ ปีที่ 36 ฉบับที่ 1 ปี พ.ศ. 2560]

คำสำคัญ: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, นิสิตครูชีววิทยา, ความสัมพันธ์

How Do Preservice Biology Teachers Understand Interrelations among NOS Aspects?

Luecha Ladachart
School of Education University of Phayao
ladachart@gmail.com

Abstract

This research aimed at investigating how preservice biology teachers understand interrelations among aspects of nature of science (NOS). The informants consisted of 19 preservice biology teachers (5 male and 14 female). The researcher gathered data using a written questionnaire (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002) and analyzed the data using coding as well as creating a pentagon representing interrelations among 5 NOS aspects. Each angle of the pentagon represents each NOS aspect (i.e., Empirical NOS, Inferential NOS, Subjective NOS, Tentative NOS, and Imaginative and Creative NOS). The overall results revealed that all the preservice teachers understood the empirical NOS, and that some connected this understanding to other NOS aspects, especially the inferential NOS and the subjective NOS. This research suggests a holistic approach to promoting the understandings of NOS. In doing so, the empirical NOS can be anchored for developing understandings of other NOS aspects.

[Thammasat Journal, Volume 36 No.1, 2017]

Keywords: Nature of Science, Preservice Biology Teachers, Interrelations

บทนำ

ประเทศไทยกำหนดให้การรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) เป็นเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553) การรู้วิทยาศาสตร์มีหลายองค์ประกอบ (DeBoer, 2000) โดยหนึ่งในนั้น คือ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (nature of science: NOS) ซึ่งหมายถึงความเข้าใจเกี่ยวกับความเชื่อ (belief) ค่านิยม (value) และญาณวิทยา (epistemology) ของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Lederman, 1992) แม้ยังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอนว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรเข้าใจมีอะไรบ้าง แต่โดยทั่วไปแล้ว นักเรียนควรเข้าใจว่า 1. หลักฐานเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2. นักวิทยาศาสตร์ต้องตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน 3. นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนอาจมีแนวคิดทางทฤษฎีแตกต่างกัน และอาจทำให้การลงข้อสรุปจากหลักฐานเดียวกันแตกต่างกันได้ 4. จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งชั่วคราวที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และ 6. การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ภายใต้กรอบความเชื่อ ค่านิยม และวัฒนธรรมในสังคม (ลือชา ลดาชาติ, ลฎาภา สุทธกูล, และชาตรี ฝ่ายคำตา, 2556) ความเข้าใจเหล่านี้จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนเข้าใจและมีส่วนร่วมในประเด็นข้อถกเถียงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ครูวิทยาศาสตร์ทุกคนจึงควรเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสามารถจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม รายงานวิจัยจำนวนหนึ่งเปิดเผยว่า ครูวิทยาศาสตร์อาจมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จำกัด (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, สุนันท์ สังข์อ่อง, และสมาน แก้วไวยุทธ, 2550; ลฎาภา สุทธกูล, นฤมล ยุตาคม, และบุญเกื้อ วัชรเสถียร, 2554; พฤฒพร ลลิตานุรักษ์ และชาตรี ฝ่ายคำตา, 2554; สุทธิดา จำรัส และนฤมล ยุตาคม, 2551) โดยครูมักเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว นักวิทยาศาสตร์ต้องไม่มีอคติหรือความคิดเห็นส่วนตัวใด ๆ ในการลงข้อสรุปจากหลักฐาน นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เพียงแค่ในช่วงเริ่มต้นของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นอิสระจากบริบททางสังคมและวัฒนธรรม (ลือชา ลดาชาติ และคณะ, 2556) ด้วยความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้ ครูวิทยาศาสตร์หลายคนจึงยังไม่สามารถจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่สะท้อนภาพความเป็นจริงของการทำงานทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์ (ลฎาภา สุทธกูล และคณะ, 2554; พฤฒพร ลลิตานุรักษ์ และชาตรี ฝ่ายคำตา, 2554; สุทธิดา จำรัส และนฤมล ยุตาคม, 2551) ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนเช่นกัน (กาญจนา มหาลี และชาตรี ฝ่ายคำตา, 2553; ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกูล, 2555)

การวิจัยในต่างประเทศเปิดเผยว่า การให้นักเรียนทำการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe & Lederman, 2007) ทั้งนี้ เพราะความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a) ซึ่งนักเรียนต้องมีโอกาสได้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญต่าง ๆ ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น ความจำเป็นของหลักฐานต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความหลากหลายในการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐานเดียวกัน และอิทธิพลของความเชื่อและค่านิยมทางสังคมต่อการทำงานทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น (ลือชา ลดาชาติ และกาญจนา มหาลี, 2559) ในการนี้ Lederman & Abd-El-Khalick (1998) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ขึ้นกับเนื้อหา (content-free NOS activities) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดและเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ การวิจัยยังเปิดเผยด้วยว่า บริบททางประวัติศาสตร์ของการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในอดีตสามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรมและชัดเจนยิ่งขึ้น (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000b)

ในขณะที่งานวิจัยก่อนหน้านี้มุ่งศึกษาว่า ครูและนักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร และคลาดเคลื่อนหรือไม่ โดยข้อมูลมักถูกวิเคราะห์แบบแยกส่วนตามลักษณะแต่ละด้านของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ งานวิจัยมีเพียงส่วนน้อยที่ศึกษาว่า ครูและนักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านหรือไม่และอย่างไร จากการศึกษาความเข้าใจของนักวิทยาศาสตร์ Schwartz & Lederman (2008, p. 751) พบว่า ในบริบทเฉพาะใด ๆ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านหนึ่งอาจมีความสัมพันธ์กับอีกด้านหนึ่งมากกว่าด้านอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น ความเข้าใจว่า “นักวิทยาศาสตร์มีการตีความหลักฐานชิ้นเดียวกันได้แตกต่างกัน” อาจสัมพันธ์กับความเข้าใจว่า “นักวิทยาศาสตร์มีการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์” ทั้งนี้เพราะจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีส่วนทำให้เกิดการตีความที่แตกต่างกัน การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านมีประโยชน์ต่อการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านใดควรหรือสามารถผนวกรวมกับด้านใดได้บ้าง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียน (เช่น ครู หรือนักเรียน) เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบองค์รวมได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น

เนื่องจากนิสิตครูวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนในอนาคต งานวิจัยหลายเรื่องจึงมุ่งพัฒนาให้นิสิตครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและสมบูรณ์ (พฤฒพร ลลิตานุรักษ์ และชาตรี ฝ่ายคำตา, 2554; ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ, 2559) การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตอบคำถามวิจัยว่า “นิสิตครูชีววิทยาเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านอย่างไร” ผลการวิจัยจะเป็นแนวทางการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนิสิตครูวิทยาศาสตร์ต่อไป

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพในบริบทตามสภาพปกติที่ไม่มีการจัดกระทำหรือควบคุมตัวแปรใด ๆ (Lincoln & Guba, 1985) ทั้งนี้เพราะผู้วิจัยเน้นการตีความและสร้างความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ตนเองสนใจในบริบทเฉพาะ (ซึ่งในที่นี้ก็คือความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูชีววิทยา) มากกว่าการสร้างข้อสรุปสำหรับการอ้างอิงกับกลุ่มบุคคลอื่นในอนาคต (ลือชา ลดาชาติ, 2558) โดยรายละเอียดของวิธีการวิจัยมีดังนี้

ผู้ให้ข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยนี้ คือ นิสิตครูชีววิทยาชั้นปีที่ 1 จำนวน 19 คน (ชาย 5 คน และหญิง 14 คน) ซึ่งลงทะเบียนในรายวิชา “ความเป็นครูมืออาชีพ” ของสถาบันผลิตครูแห่งหนึ่งในภาคเหนือ นิสิตเหล่านี้กำลังศึกษาในหลักสูตรปริญญาตรีคู่ขนาน 5 ปี ทั้งในส่วนของรายวิชาวิทยาศาสตร์และรายวิชาการศึกษาควบคู่กัน นิสิตเหล่านี้มาจากการเลือกอย่างเจาะจงด้วยเกณฑ์ความสมัครใจ แม้เกณฑ์การเลือกนี้มีข้อจำกัดในการนำผลการวิจัยไปอ้างอิงกับบริบทอื่น (Patton, 2002) แต่ด้วยการวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านยังคงมีจำกัด ผลการวิจัยนี้อาจให้มุมมองสำคัญที่จะเป็นแนวทางต่อการวิจัยและการผลิตครูวิทยาศาสตร์ในอนาคตได้ นิสิตเหล่านี้มีเกรดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.02-3.39 (M=2.61, SD=0.40) และไม่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาก่อน ดังนั้น ความเข้าใจที่นิสิตเหล่านี้แสดงออกมาจึงเป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนรู้ในอดีต

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงปลายเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ด้วย “แบบสอบถามมุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” (Views of Nature of Science Questionnaire: VNOS) ซึ่ง Lederman et al. (2002) พัฒนาขึ้น แบบสอบถามนี้ประกอบด้วยคำถามปลายเปิด จำนวน 7 ข้อ ซึ่งเปิดโอกาสให้นิสิตเขียนแสดงความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 6 ด้าน ได้แก่ 1. หลักฐานเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Empirical NOS) 2. นักวิทยาศาสตร์ต้องตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน (Inferential NOS) 3. นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนอาจมีแนวคิดทางทฤษฎีแตกต่างกัน และอาจทำให้การลงข้อสรุปจากหลักฐานเดียวกันแตกต่างกันได้ (Subjective NOS) 4. จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Imaginative and Creative NOS) 5. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งชั่วคราวที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Tentative NOS) และ 6. การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ภายใต้กรอบความเชื่อ ค่านิยม และวัฒนธรรมในสังคม (Sociocultural NOS)

คำถามส่วนใหญ่เป็นคำถามที่ไม่มีบริบท เช่น วิทยาศาสตร์คืออะไร (ข้อที่ 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากความรู้ในศาสตร์สาขาอื่นอย่างไร (ข้อที่ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (ข้อที่ 3) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์คืออะไร (ข้อที่ 6) และนักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานหรือไม่และอย่างไร (ข้อที่ 7) ในขณะที่คำถามบางข้อมีบริบทเพื่อช่วยให้นิสิตแสดงความเข้าใจของตนเองได้ง่ายขึ้น เช่น นักวิทยาศาสตร์รู้และมั่นใจได้อย่างไรว่า ไดโนเสาร์เคยมีชีวิตอยู่บนโลกและมีลักษณะดังที่ปรากฏตามสื่อต่าง ๆ และเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงยังถกเถียงกันเกี่ยวกับสาเหตุการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ (ข้อที่ 4) และนักวิทยาศาสตร์แน่ใจในสภาพอากาศที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์พยากรณ์ได้อย่างไร (ข้อที่ 5) คำถามบางข้อมุ่งวัดความเข้าใจบางด้านเป็นพิเศษ เช่น คำถามข้อที่ 3 และ 7 มุ่งวัดความเข้าใจเกี่ยวกับความไม่แน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และบทบาทของจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับ ในขณะที่คำถามบางข้อไม่ได้เจาะจงวัดความเข้าใจด้านใดด้านหนึ่งเป็นพิเศษ เช่น คำถามข้อที่ 1, 5 และ 6 หากแต่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างอิสระ

แต่จากการใช้แบบสอบถามนี้ในการวัดความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาก่อน (ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกูล, 2555) ผู้วิจัยพบว่า คำถามข้อที่ 2 วัดความเข้าใจเกี่ยวกับความจำเป็นของหลักฐานได้ดีกว่าคำถามข้ออื่น ทั้งนี้เพราะหลักฐานเป็นสิ่งที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์สาขาอื่น ในขณะเดียวกันคำถามข้อที่ 4 วัดความเข้าใจเกี่ยวกับการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน ตลอดจนอัตวิสัยของนักวิทยาศาสตร์ได้อย่างดี ทั้งนี้เพราะคำถามกระตุ้นให้ผู้ตอบหาเหตุผลว่าอะไรทำให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจสิ่งที่อยู่นอกเหนือประสาทสัมผัสพื้นฐานของตนเอง และอะไรทำให้นักวิทยาศาสตร์ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนในบางเรื่อง เนื่องจากไม่มีคำถามใดที่วัดความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของความเชื่อ ค่านิยม และวัฒนธรรมในสังคมต่อการทำงานทางวิทยาศาสตร์โดยตรง การวิจัยนี้จึงไม่ครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านนี้ เนื่องจากผู้วิจัยเคยใช้แบบสอบถามนี้ในการวัดความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาก่อน ผู้วิจัยจึงมั่นใจว่านิสิตชั้นปีที่ 1 สามารถเข้าใจคำถามเหล่านี้ได้ ในการนี้ ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นิสิตซักถามเกี่ยวกับคำถามได้ในระหว่างการทำแบบสอบถาม โดยนิสิตทั้งหมดใช้เวลาในการทำแบบสอบถามประมาณ 45 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

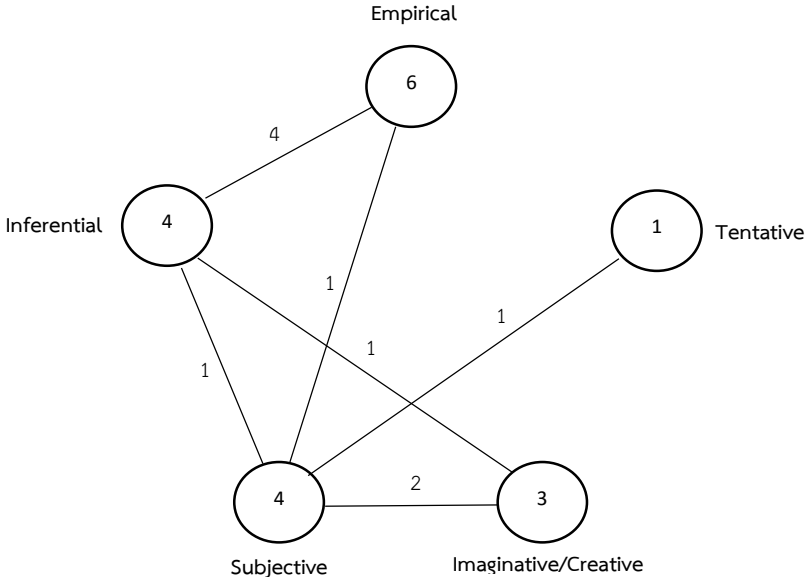
ผู้วิจัยเริ่มวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการอ่านคำตอบของนิสิตทีละคน ในการนี้ ผู้วิจัยให้รหัสกับส่วนของคำตอบที่แสดงถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ดังตัวอย่างในตารางที่ 1 ในระหว่างการให้รหัส ผู้วิจัยสังเกตพบว่า คำตอบ 1 ประโยค อาจแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มากกว่า 1 ด้าน ดังเช่นคำตอบของนิสิตคนที่ 2 ในคำถามข้อที่ 4 ซึ่งระบุว่า “จากฟอสซิลที่ค้นพบ (นักวิทยาศาสตร์) นำมาเปรียบเทียบกับสัตว์ต่าง ๆ ที่เจอในปัจจุบัน และสันนิษฐานตามแบบอย่างที่พบ” ผู้วิจัยจะให้ทั้งรหัส Empirical NOS กับข้อความที่ว่า “ฟอสซิลที่ค้นพบ” และรหัส Inferential NOS กับข้อความที่ว่า “(นักวิทยาศาสตร์) สันนิษฐานตามแบบอย่างที่พบ” ในทำนองเดียวกัน

คำตอบของนิสิตคนที่ 12 ในคำถามข้อที่ 2 ซึ่งระบุว่า “(วิทยาศาสตร์) มีการทดลองหาข้อเท็จจริงมาหักล้างข้อโต้แย้ง” ผู้วิจัยจะให้ทั้งรหัส Empirical NOS กับข้อความที่ว่า “มีการทดลองหาข้อเท็จจริง” และรหัส Subjective NOS กับข้อความที่ว่า “หักล้างข้อโต้แย้ง” ซึ่งบอกเป็นนัยว่า นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนไม่จำเป็นต้องคิดเหมือนกัน คำตอบเช่นนี้ไม่เพียงแค่แสดงถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 ด้าน หากยังแสดงถึงความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านด้วย

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการให้รหัสแก่คำตอบของนิสิต

รหัส	ความหมาย	ตัวอย่างคำตอบของนิสิต
Empirical NOS	หลักฐานเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	“(วิทยาศาสตร์) มีการทดลองหาข้อเท็จจริงมาหักล้างข้อโต้แย้ง” (S12, ข้อที่ 2)
Inferential NOS	นักวิทยาศาสตร์ต้องตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน	“จากฟอสซิลที่ค้นพบ (นักวิทยาศาสตร์) นำมาเปรียบเทียบกับสัตว์ต่าง ๆ ที่เจอในปัจจุบัน และสันนิษฐานตามแบบอย่างที่พบ” (S2, ข้อที่ 4)
Subjective NOS	นักวิทยาศาสตร์อาจลงข้อสรุปหลักฐานเดียวกันได้แตกต่างกัน	“(นักวิทยาศาสตร์) แต่ละคนอาจจะมีทัศนคติต่างกัน” (S2, ข้อที่ 4)
Imaginative/ Creative NOS	จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	“การตั้งสมมติฐาน ถ้าไม่ใช้จินตนาการว่า สิ่งที่เราคิดหรือเจอ ... เราก็จะไม่ได้สิ่งใหม่ ๆ เกิดขึ้นมา” (S2, ข้อที่ 7)
Tentative NOS	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งชั่วคราวที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้	“(ความรู้ทาง) วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ไม่ตายตัว สามารถเปลี่ยนแปลงได้” (S12, ข้อที่ 3)

เมื่อผู้วิจัยให้รหัสกับคำตอบของนิสิตทุกคนแล้ว ผู้วิจัยประยุกต์ใช้วิธีการของ Park & Chen (2012) ซึ่งสร้างแผนภาพรูป 5 เหลี่ยมเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของความรู้ด้านเนื้อหาผสานวิธีสอน แต่ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยสร้างแผนภาพรูป 5 เหลี่ยมเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ดังตัวอย่างในภาพที่ 1 โดยวงกลมแต่ละวงแทนความเข้าใจแต่ละด้าน และเส้นที่เชื่อมโยงระหว่างวงกลม 2 วง แทนความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจ 2 ด้าน ผู้วิจัยได้ระบุตัวเลขภายในวงกลมแต่ละวงและตัวเลขที่กำกับอยู่บนแต่ละเส้น ทั้งนี้ เพื่อแสดงจำนวนรหัสหรือจำนวนครั้งที่นิสิตอ้างถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ ด้วยวิธีการนี้ ผู้วิจัยสามารถระบุได้ว่า นิสิตแต่ละคนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านใดบ้าง (จำนวนวงกลม และตัวเลขภายในวงกลมแต่ละวง) และความเข้าใจเหล่านั้นสัมพันธ์กันอย่างไร (จำนวนเส้น และตัวเลขที่กำกับเส้นแต่ละเส้น)



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตคนที่ 12

จากตัวอย่างในภาพที่ 1 นิสิตคนที่ 12 มีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ จำนวน 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] มาหักล้างข้อโต้แย้ง [Subjective NOS]” (ข้อที่ 4) ในขณะที่การกล่าวถึงหลักฐานอีก 1 ครั้ง ไม่ได้เชื่อมโยงกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ดังคำตอบที่ว่า “นักพยากรณ์อากาศได้รวบรวมข้อมูลจากหลายที่และหลายประเภท [Empirical NOS]” นิสิตคนนี้ยังได้กล่าวถึงความไม่แน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Tentative NOS) และยกตัวอย่างสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงความรู้ว่าเป็นเพราะแนวคิดทางทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ไม่ตรงกัน (Subjective NOS) ดังคำตอบที่ว่า “วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ไม่ตายตัว สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา [Tentative NOS] เช่น ทฤษฎีเก่า เมื่อมีทฤษฎีใหม่ที่ถูกต้องและอธิบายได้มา ก็ถูกหักล้างไป [Subjective NOS]”

หลังจากการให้รหัสและสร้างแผนภาพที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตแต่ละคนแล้ว ผู้วิจัยนำแผนภาพของนิสิตแต่ละคนมาพิจารณาหาลักษณะร่วมโดยการนับความถี่ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และนับความถี่ของเส้นที่เชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ทั้งนี้เพื่อตอบคำถามวิจัย

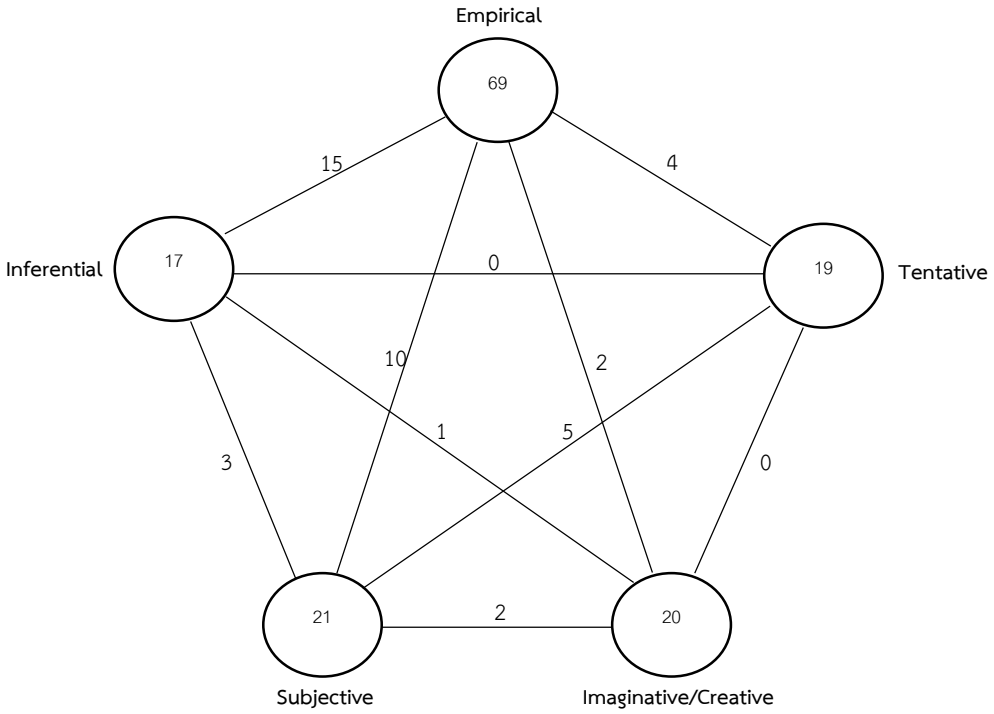
ผลการวิจัย

จากการพิจารณาจำนวนรหัสของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน (ดังตารางที่ 2) นิสิตทุกคนอ้างถึงหลักฐานในแบบสอบถามบ่อยครั้งที่สุด (69 ครั้ง หรือ 47.26%) โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 3.63 ครั้ง/คน การอ้างถึงนี้อาจเป็นการกล่าวถึงคำว่า “ข้อมูล” “ข้อเท็จจริง” หรือ “หลักฐาน” โดยตรง หรืออาจเป็นการระบุชนิดของหลักฐานในบริบทเฉพาะ เช่น “ฟอสซิล” “โครงกระดูก” หรือ “รอยเท้า” การอ้างถึงหลักฐานนี้แสดงว่า นิสิตทุกคนเข้าใจความจำเป็นของหลักฐานในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Empirical NOS) อย่างไรก็ตาม จำนวนรหัสของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านอื่นมีความถี่ที่น้อยกว่าเกิน 3 เท่า ทั้งการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน (Inferential NOS, 17 ครั้ง หรือ 11.64%) อัตวิสัยของนักวิทยาศาสตร์ (Subjective NOS, 21 ครั้ง หรือ 14.38%) การใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ (Imaginative/Creative NOS, 20 ครั้ง หรือ 13.70%) และความไม่แน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Tentative NOS, 19 ครั้ง หรือ 13.01%) ผลการวิจัยนี้บ่งบอกว่า นอกจากความเข้าใจเกี่ยวกับความจำเป็นของหลักฐานแล้ว นิสิตหลายคนยังไม่เข้าใจหรือมีแนวโน้มที่จะละเลยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านอื่น

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนรหัสหรือจำนวนครั้งที่นิสิตเหล่านี้อ้างถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นิสิตคนที่	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์						ความเชื่อมโยง (ครั้ง)
	Empirical NOS	Inferential NOS	Subjective NOS	Imaginative/ Creative NOS	Tentative NOS	รวม	
1	2	0	1	1	1	5	1
2	5	1	1	1	1	9	4
3	3	0	0	1	1	5	0
4	5	0	1	1	0	7	1
5	4	3	1	1	1	10	3
6	7	2	1	1	1	12	5
7	3	0	1	2	1	7	2
8	2	1	1	1	1	6	1
9	2	1	3	0	1	7	2
10	3	0	1	0	2	6	2
11	4	1	1	1	1	8	2
12	6	4	4	3	1	18	10
13	3	1	1	1	1	7	3
14	4	0	1	1	1	7	0

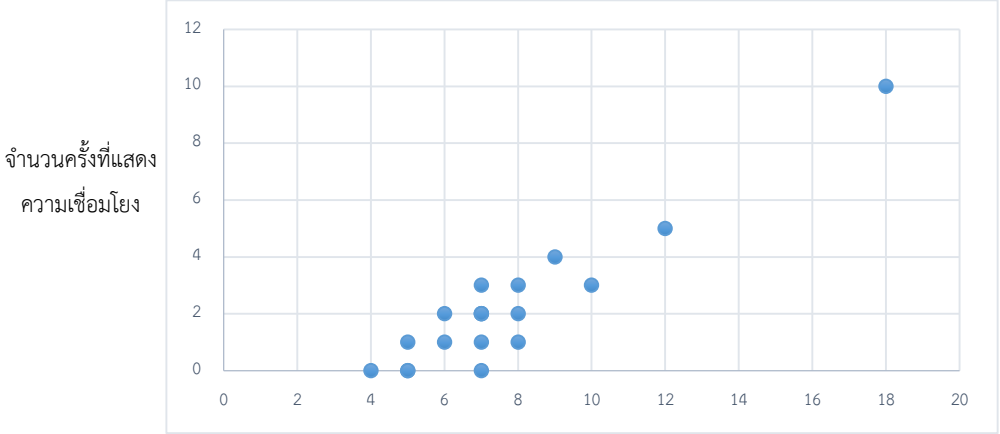
นิสิตคนที่	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์						ความเชื่อมโยง (ครั้ง)
	Empirical NOS	Inferential NOS	Subjective NOS	Imaginative/ Creative NOS	Tentative NOS	รวม	
15	2	0	1	1	1	5	0
16	2	0	0	1	1	4	0
17	4	0	2	1	1	8	3
18	3	2	0	1	1	7	2
19	5	1	0	1	1	8	1
รวม	69	17	21	20	19	146	42
M (S.D.)	3.63 (1.46)	0.89 (1.15)	1.11 (0.99)	1.05 (0.62)	1.00 (0.33)	7.68 (3.13)	2.21 (2.35)



ภาพที่ 2 ภาพรวมของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตทั้งหมด

ในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน นิสิตแต่ละคนแสดงความเข้าใจในระดับที่แตกต่างกัน นิสิตบางคนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลายด้าน (เช่น คนที่ 12 จำนวน 10 ครั้ง) แต่นิสิตบางคนกลับไม่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ใดเลย (เช่น คนที่ 3 14 15 และ 16) โดยค่าเฉลี่ยของความเชื่อมโยงอยู่ที่ 2.21 ครั้ง/คน เมื่อพิจารณา

ความเชื่อมโยงของนิสิตทั้งหมดในภาพรวม (ดังภาพที่ 2) ความเชื่อมโยงส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างความจำเป็นของหลักฐาน (Empirical NOS) กับการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน (Inferential NOS) จำนวน 15 ครั้ง หรือ 35.71% และความเชื่อมโยงระหว่างความจำเป็นของหลักฐาน (Empirical NOS) กับอัตวิสัยของนักวิทยาศาสตร์ (Subjective NOS) จำนวน 10 ครั้ง หรือ 23.81% ดังคำตอบของนิสิตคนที่ 5 ต่อคำถามข้อที่ 5 ที่ว่า “พวกเขา (นักวิทยาศาสตร์) ได้รวบรวมข้อมูลจากหลากหลายประเภท [Empirical NOS] มารวมกันแล้วหาข้อสรุปของพยากรณ์อากาศในวันนั้น [Inferential NOS]” และคำตอบของนิสิตคนที่ 10 ต่อคำถามข้อที่ 4 ที่ว่า “สาเหตุที่ทำให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์มีร่องรอยที่ไม่แน่ชัด [Empirical NOS] จึงเกิดความคิดที่ขัดแย้งกัน [Subjective NOS]” ตามลำดับ ความเชื่อมโยงทั้งสองรวมกันมีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่ง (59.52%) ของความเชื่อมโยงทั้งหมด



ภาพที่ 3 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์รวมทุกด้านกับความเชื่อมโยงทั้งหมดของนิสิตแต่ละคน

นอกจากนี้ การวิเคราะห์ความถี่ระหว่างจำนวนครั้งที่นิสิตแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับจำนวนครั้งที่นิสิตแสดงความเชื่อมโยงระหว่างความเข้าใจเหล่านั้น (ดังภาพที่ 3) เปิดเผยว่า นิสิตที่มีความเข้าใจหลายด้านมีแนวโน้มที่จะเชื่อมโยงความเข้าใจเหล่านั้นได้ดีกว่านิสิตที่มีความเข้าใจเพียงบางด้าน ตัวอย่างเช่น นิสิตคนที่ 12 ให้ข้อมูลที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 18 ครั้ง และสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจเหล่านี้ได้ 10 ครั้ง ในขณะที่นิสิตคนที่ 15 และ 16 ให้ข้อมูลที่แสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียง 4-5 ครั้ง และไม่สามารถเชื่อมโยงความเข้าใจเหล่านั้นได้เลย อย่างไรก็ดี แนวโน้มนี้เป็นเพียงสมมติฐานที่เกิดขึ้นจากนิสิตกลุ่มนี้เท่านั้น และจำเป็นต้องได้รับการยืนยันจากการวิจัยในอนาคตที่มีจำนวนผู้ให้ข้อมูลที่มากและหลากหลายกว่านิสิตในงานวิจัยนี้

การอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่า นิสิตครูชีววิทยาเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านอย่างไร โดยผู้ให้ข้อมูลประกอบด้วยนิสิตครูชีววิทยา 19 คน (ชาย 5 คน และหญิง 14 คน) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามปลายเปิด (Lederman et al., 2002) และวิเคราะห์คำตอบในแบบสอบถามด้วยการให้รหัสร่วมกับการเขียนแผนภาพ 5 เหลี่ยม (Park & Chen, 2012) ผลการวิจัยเปิดเผยว่า นิสิตทุกคนเข้าใจความจำเป็นของหลักฐานในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยจำนวนครั้งที่นิสิตแสดงความเข้าใจด้านนี้มีความถี่สูงสุด ในขณะที่นิสิตหลายคนไม่เข้าใจหรือมีแนวโน้มที่จะละเลยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ไม่ว่าจะเป็นการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน อัตวิสัยของนักวิทยาศาสตร์ การใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ และความไม่แน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังที่ความถี่ที่นิสิตแสดงความเข้าใจด้านเหล่านี้น้อยเกินกว่า 3 เท่า เมื่อเทียบกับความเข้าใจเกี่ยวกับความจำเป็นของหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ การอภิปรายผลการวิจัยที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

จากการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ในระดับบัณฑิตศึกษา 59 คน จากสถาบันผลิตครู 4 แห่ง พฤฒพร ลลิตานุรักษ์ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2554) พบว่า แม้นิสิตส่วนใหญ่ (59.32%) เข้าใจความจำเป็นของหลักฐานในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ในขณะเดียวกัน นิสิตส่วนใหญ่ (69.50%) ก็เข้าใจคลาดเคลื่อนด้วยว่านักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานตามลำดับขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว ในทำนองเดียวกัน จากกรณีศึกษากับครูเคมี 3 คน (สุทธิดา จำรัส และนฤมล ยุตาคม, 2551) และครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา 4 คน (ลฎาภา สุทธกูล และคณะ, 2554) ผลการวิจัยยืนยันว่า แม้ครูเหล่านี้เข้าใจว่าหลักฐานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่การพัฒนาความรู้เหล่านั้นเกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามขั้นตอนที่แน่นอน (Buaraphan, 2009) ความเชื่อมั่นในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีขั้นตอนแน่นอนอาจทำให้ครูละเลยหรือมองข้ามบทบาทที่อัตวิสัยทางความคิด จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน นอกจากนี้ ความเชื่อมั่นในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เคร่งครัดอาจทำให้ครูเชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ผ่านยืนยันมาอย่างดีแล้ว ดังนั้น ครูจึงอาจมองว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความแน่นอนค่อนข้างสูง

เนื่องจากนิสิตในการวิจัยนี้เพิ่งจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และยังไม่ผ่านการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตเหล่านี้จึงเป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในอดีต การวิจัยหลายเรื่องเปิดเผยว่า นักเรียนมักมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่คล้ายกับความเข้าใจของครูข้างต้น กาญจนา มหาลี และชาตรี ฝ่ายคำตา (2553) พบว่า นักเรียนชั้น ม.1 ประมาณ 82% (N=110) เข้าใจถูกต้องหรือเข้าใจบางส่วนว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐาน แต่นักเรียนประมาณ 71% ไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนเหล่านี้เชื่อ

ในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นสากล มีขั้นตอนแน่นอน และปราศจากอคติ ในทำนองเดียวกัน ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกูล (2555) พบว่า นักเรียนชั้น ม.4 ส่วนใหญ่ (13 จาก 14 คน) มองว่า หลักฐานคือสิ่งที่ชัดเจนในตัวเอง โดยนักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องตีความหรือลงข้อสรุป ผลการวิจัยยืนยันว่า ทั้งครูและนักเรียนหลายคนยังไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะด้านการตีความและลงข้อสรุป อัตวิสัยของนักวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ทั้งกับครู นิสิตครู และนักเรียน ตลอดจนงานวิจัยกับนิสิตครูในครั้งนี้ ความเชื่อมั่นในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่แน่นอนตายตัวอาจเป็นสาเหตุสำคัญให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลายด้าน ทั้งนี้เพราะความเชื่อมั่นในวิธีการนี้ยังไม่สะท้อนภาพความเป็นจริงว่า นักวิทยาศาสตร์ได้หลักฐานมาอย่างไร และจัดการกับหลักฐานนั้นอย่างไร ผู้ที่มีความเชื่อมั่นในวิธีการนี้จึงอาจละเลยบทบาทของอัตวิสัยทางความคิด จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ในกระบวนการได้มาซึ่งหลักฐาน และกระบวนการใช้หลักฐานเพื่อสร้างเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งการตั้งข้อสงสัยเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การเสนอคำอธิบายทางทฤษฎี และการออกแบบวิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน กระบวนการเหล่านี้ไม่ได้ตรงไปตรงมาและมีลำดับที่แน่นอนตายตัว ตามที่หนังสือเรียนมักนำเสนอเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ได้แก่ การตั้งปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผล อย่างไรก็ตาม ความเชื่อมั่นในวิธีการนี้อาจไม่ส่งผลต่อความเข้าใจเกี่ยวกับความจำเป็นของหลักฐาน ทั้งนี้เพราะวิธีการนี้ยังคงนำไปสู่การได้มาซึ่งหลักฐาน ซึ่งบอกเป็นนัยว่า หลักฐานเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การนำไปใช้

ผลการวิจัยนี้ได้ให้มุมมองว่า นิสิตครูมีความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านความจำเป็นของหลักฐาน [Empirical NOS] ดีกว่าด้านอื่น ๆ จากทฤษฎีการเรียนรู้สรรคนิยม (constructivist theory of learning, Yager, 1991) ที่อธิบายว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ง่ายขึ้น หากผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่ การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์จึงควรเป็นการส่งเสริมให้นิสิตใช้ความเข้าใจเดิมที่ถูกต้องนี้เป็นฐานในการทำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ในการนี้ คำตอบของนิสิตบางคนในการวิจัยนี้ (เช่น นิสิตคนที่ 12) ได้ให้แนวทางว่า นิสิตควรได้รับการสร้างความตระหนักก่อนว่า หลักฐานทุกชิ้นไม่ได้มีความชัดเจนในตัวเอง หากแต่นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐานนั้น [Inferential NOS] กิจกรรมของ Lederman & Abd-El-Khalick (1998) เช่น ร่องรอยปริศนา (tricky track) รวมทั้งภาพของนักจิตวิทยากลุ่มเกสตัลท์ (Gestalt psychologists) เช่น ภาพผู้หญิงแก่/ผู้หญิงสาว (ภาพที่ 4) สามารถสร้างความตระหนักถึงความไม่ชัดเจนของหลักฐาน ซึ่งจะนำไปสู่การเน้นย้ำเรื่องความจำเป็นของการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน

ภาพที่ 4 ตัวอย่างภาพจากนักจิตวิทยากลุ่มเกสตัลท์ (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gestalt_Principles_Composition.jpg)

ความตระหนักถึงความจำเป็นของการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน [Inferential NOS] จะเป็นพื้นฐานต่อไปในการสร้างความเข้าใจว่า การตีความและลงข้อสรุปมักเป็นไปตามอัตวิสัย (เช่น กรอบแนวคิด ทฤษฎี และความรู้เดิม) ของแต่ละคน จากผลการวิจัยนี้ นิสิตหลายคนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความจำเป็นของหลักฐาน [Empirical NOS] กับความคิดที่แตกต่างกันของนักวิทยาศาสตร์ [Subjective NOS] เป็นทุนเดิมอยู่แล้ว หากแต่นิสิตหลายคนยังไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการตีความและลงข้อสรุป [Inferential NOS] กับความคิดที่แตกต่างกันของนักวิทยาศาสตร์ [Subjective NOS] ดังนั้น การอภิปรายเพื่อให้นิสิตตระหนักถึงบทบาทของความรู้เดิมของตนเองต่อการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐานจึงจะช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 ด้านนี้ ในการนี้ ผู้สอนอาจถามว่า เหตุใดนิสิตบางคนจึงคิดว่า ภาพที่ 4 เป็นภาพผู้หญิงแก่ และเหตุใดนิสิตบางคนจึงคิดว่า ภาพเดียวกันนี้เป็นภาพผู้หญิงสาว ทั้งนี้เพื่อสร้างความเข้าใจว่าความคิดและประสบการณ์เดิมของแต่ละคนส่งผลต่อการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐานเดียวกันได้แตกต่างกัน

เมื่อนิสิตตระหนักถึงบทบาทของความคิดเดิมต่อการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐานแล้ว นิสิตสามารถเข้าใจได้ว่า ข้อสรุปต่าง ๆ ล้วนเป็นผลมาจากการตีความหลักฐานด้วยความคิดเดิมของนักวิทยาศาสตร์ ในการนี้ ผู้สอนอาจเน้นย้ำเพิ่มเติมว่า สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษามักเป็นสิ่งที่อยู่นอกเหนือประสาทสัมผัสพื้นฐานของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่เล็กเกินไป (เช่น อะตอม) สิ่งที่ใหญ่เกินไป (เช่น จักรวาล) สิ่งที่เคยเกิดขึ้นในอดีต (เช่น การสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์) สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (เช่น การพยากรณ์สภาพอากาศ) กระบวนการที่เกิดขึ้นเร็วมาก (เช่น การเดินทางของแสง) และกระบวนการที่เกิดขึ้นช้ามาก (เช่น วิวัฒนาการ) ดังนั้น ความคิดและความรู้เดิมเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ นักวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ร่วมด้วย [Imaginative/Creative NOS] ถึงกระนั้น การลงข้อสรุปต่าง ๆ ยังต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐาน ด้วยเหตุนี้ นักวิทยาศาสตร์จึงต้องมีการตรวจสอบ ให้เหตุผล และโต้แย้งกันว่า ความคิดใดเป็นไปได้และน่าเชื่อถือที่สุด แต่ด้วย

สิ่งเหล่านี้ล้วนมาจากความคิดเดิม จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้ [Tentative NOS]

เนื่องจากการส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติต้องอาศัยเวลาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งรายวิชาใดรายวิชาหนึ่งอาจไม่เพียงพอ (Akerson, Morrison, & McDuffie, 2006) นิสิตจึงจำเป็นต้องได้รับการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่เสมอตลอดช่วงเวลาในหลักสูตรการผลิตครู ในการนี้ Abd-El-Khalick & Lederman (2000a) เสนอว่า นิสิตควรได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ผ่านการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการอภิปรายเพื่อเน้นย้ำลักษณะสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้ง ทั้งนี้เพราะความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ใช่สิ่งที่จะเกิดขึ้นเองจากประสบการณ์การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผู้สอนต้องคอยกระตุ้นด้วยคำถามต่าง ๆ ในระหว่างการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เช่น หลักฐานมีความสำคัญอย่างไรในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นิสิตจะตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐานนี้ได้อย่างไรบ้าง เหตุใดแต่ละคนจึงตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐานเดียวกันได้แตกต่างกัน และข้อสรุปนั้นจะคงทนถาวรไปตลอดหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อให้นิสิตสะท้อนคิดเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นได้ในหลายรายวิชา โดยเฉพาะวิชาปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งควรหลีกเลี่ยงการให้นิสิตปฏิบัติตามขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว หากแต่เน้นให้นิสิตได้ออกแบบและทำการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ด้วยตัวเองเพื่อตอบคำถามที่ผู้สอนกำหนดขึ้น

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากการวิจัยนี้คือว่า การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ควรเกิดขึ้นในลักษณะแยกส่วน นอกจากนิสิตต้องสร้างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านแล้ว นิสิตยังจำเป็นต้องเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน การวิจัยนี้ให้แนวทางว่า ผู้สอนเริ่มต้นด้วยการสร้างความตระหนักถึงความจำเป็นของหลักฐานด้วยคำถามและการอภิปรายกลุ่ม จากนั้นผู้สอนจึงสร้างความตระหนักถึงข้อจำกัดของหลักฐานที่ไม่ชัดเจนในตัวเอง และต้องอาศัยการตีความและลงข้อสรุปจากนักวิทยาศาสตร์ เมื่อความสัมพันธ์นี้เกิดขึ้นในความเข้าใจของนิสิต ผู้สอนจึงค่อยขยายความเข้าใจนั้นไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของความคิดเดิมต่อการตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐาน และเชื่อมโยงไปสู่บทบาทของจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ตลอดจนความไม่แน่นอนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการนี้ ผู้วิจัยไม่ได้หมายความว่าแนวทางนี้เป็นเพียงแนวทางเดียวในการส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน หากแต่แนวทางนี้เป็นความเป็นไปได้หนึ่งที่ใช้ประโยชน์จากความเข้าใจที่นิสิตกลุ่มนี้มีอยู่เป็นทุนเดิม

ข้อจำกัด

เนื่องจากผลการวิจัยล่าสุด (Khishfe, 2017) เปิดเผยว่า บริบทของคำถามสามารถส่งผลต่อการแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ และเนื่องจากการวิจัยนี้ใช้คำถามทั้งที่มีและไม่มีบริบท คำถามที่มีบริบท (เช่น การสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์) อาจเอื้อให้นักเรียนได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางด้าน (เช่น ความจำเป็นของหลักฐาน) ได้ง่ายขึ้น ในขณะที่คำถามที่ไม่มีบริบท (ซึ่งแม้มีการถามให้นิสิตยกตัวอย่าง แต่นิสิตต้องคิดตัวอย่างด้วยตัวเอง) อาจจำกัดการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางด้าน (เช่น การใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์) ถึงกระนั้นก็ตาม ผู้วิจัยตัดสินใจเลือกใช้แบบสอบถามนี้ เพราะแบบสอบถามนี้เป็นเครื่องมือที่นักวิจัยใช้กันอย่างแพร่หลาย (ลือชา ลดาชาติ และคณะ, 2556; Lederman et al., 2002) ผู้อ่านจึงสามารถนำคำตอบของนิสิตในการวิจัยนี้ไปเทียบเคียงกับผลการวิจัยอื่นก่อนหน้านี้ได้ ในการนี้ ผู้อ่านพึงระวังในการนำผลการวิจัยนี้ไปใช้อ้างอิงโดยปราศจากการระบุถึงที่มาที่ไปของวิธีการได้มาซึ่งข้อมูลวิจัย การวิจัยในอนาคตอาจต้องมีการระวังอคติจากบริบทของคำถามให้มากขึ้น โดยการใช้ข้อคำถามที่หลากหลายให้ครอบคลุมบริบททางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ การวิจัยในอนาคตอาจต้องเปรียบเทียบด้วยว่า คำถามที่มีและไม่มีบริบท ตลอดจนบริบทของคำถามที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ และอย่างไร นอกจากนี้ ผลการวิจัยนี้มาจากนิสิตเพียง 19 คน ดังนั้น ผู้อ่านจึงควรระวังในการนำผลการวิจัยนี้ไปอ้างอิงกับนิสิตหรือผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ที่มีภูมิหลังแตกต่างไป

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2553). ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารสงขลานครินทร์ (ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์)*, *16*(5), 795–809.

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, สุนันท์ สังข์อ่อง, และ สมาน แก้วไวยุทธ. (2550). การพัฒนาการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาแนวคิดและวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาช่วงชั้นที่หนึ่ง. *วารสารสงขลานครินทร์ (ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์)*, *13*(4), 513–525.

พฤฒพร ลลิตานุรักษ์ และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2554). ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.). *วารสารสงขลานครินทร์ (ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์)*, *17*(5), 223–254.

ลฎาภา สุทธกูล, นฤมล ยุตาคม, และ บุญเกื้อ วัชรเสถียร. (2554). กรณีศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการปฏิบัติการสอนของครูระดับประถมศึกษา. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (สังคมศาสตร์)*, *32*(3), 458–469.

ลือชา ลดาชาติ. (2558). *การวิจัยเชิงคุณภาพสำหรับครูวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา ลดาชาติ. (2559). ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิชาเอกชีววิทยา. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์*, *2*(1), 24-44.

ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล. (2555). การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, *4*(2), 73–90.

ลือชา ลดาชาติ, ลฎาภา สุทธกูล, และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2556). ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างการส่งเสริมการเรียนการสอน “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” ภายนอกและภายในประเทศไทย. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (สังคมศาสตร์)*, *34*(2), 269–282.

สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม.(2551). ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (สังคมศาสตร์)*, *29*(3), 228–239.

Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000a). Improving science teachers’ conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, *22*(7), 665–701.

Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000b). The influence of history of science course on students’ views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, *37*(10), 1057–1095.

Akerson, V. L., Morrison, J. A., & McDuffie, A. R. (2006). One course is not enough: Preservice elementary teachers’ retention of improved views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, *43*(2), 194–213.

Buaraphan, K. (2009). Thai in-service science teachers' conceptions of the nature of science. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, *32*(2), 188–217.

DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, *37*(6), 582–601.

Khishfe, R. (2017). Consistency of nature of science views across scientific and socio-scientific contexts. *International Journal of Science Education* (Online First), DOI: 10.1080/09500693.2017.1287976.

Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*(7), 551–578.

Khishfe, R. & Lederman, N. G. (2007). Relationship between Instructional context and views of nature of science. *International Journal of Science Education*, *29*(8), 939–961.

Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, *29*(4), 331–359.

Lederman, N. G. & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of the nature of science. In W. F. McCommas (Ed.). *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (pp. 83–126). Dordrecht: Kluwer Academic.

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. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*(6), 497–521.

Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. California: Sage Publications.

Park, S. & Chen, Y. (2012). Mapping out the integration of components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, *49*(7), 922–941.

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative Research and Evaluation Methods*. California: Sage Publications.

Schwartz, R. & Lederman, N. (2008). What scientists say: Scientists' views of nature of science and relation to science context. *International Journal of Science Education*, *30*(6), 727–771.

Yager, R. E. (1991). The constructivist learning model: Towards real reform in science education. *Science Teacher*, *58*(6), 52–57.