

## AN EFFORT TO ENCOURAGE DIALOGUE AROUND THE TEACHING AND LEARNING OF EVOLUTION

**B**iological evolution, the scientific principle that the diversity of life on Earth has arisen via descent with modification from a common ancestry, has been recognized by all major scientific societies and science education organizations as the central and unifying principle of the biological sciences. Evolution in the broader sense – as cumulative change in the natural world over time – is a similarly central and unifying principle in the natural sciences as a whole. Indeed, as no fewer than sixty-seven national academies of science have attested, the evolution of galaxies, stars, planets, and of life on Earth over billions of years is supported by observations and experiments from all branches of the natural sciences and represents an extraordinarily interdisciplinary understanding of the history and workings of our planet and its inhabitants (InterAcademy Panel, 2006).

However, the teaching and learning of evolution has faced difficulties ranging from pedagogical obstacles to social controversy. These include two distinctive sets of problems: one arising from the fact that many evolutionary concepts may seem, at least initially, counterintuitive to students, and the other deriving from objections rooted in religion. Despite the overwhelming acceptance of evolution among scientists and despite evolution's centrality to modern biology, virtually all national polls indicate approximately one-half of North Americans reject evolution – suggesting that they think scientists, textbooks, and teachers are simply wrong. It would appear that a large portion of the population is either under- or mis-educated regarding evolutionary science. A past editor of *The American Biology Teacher*, one of the most widely circulated journals of life science education in North America, has argued that evolution education is the biggest failure of science education from top to bottom. If the battle over evolution education is, as Stephen Jay Gould wrote, “one of the most important issues of our age” (Gould, 2001: 3), it is clearly imperative that teachers be prepared with the best pedagogical techniques available for teaching evolution. Yet surprisingly, evolution education is, as a topic of educational study, woefully under-researched.

The Evolution Education Research Centre (EERC) was founded in order to advance the teaching and learning of evolution through research. It

opened its doors at McGill University in 2001 with four McGill professors and four Harvard professors who have expertise in anthropology, biological evolution, educational psychology, geology, molecular biology, paleontology, philosophy of science/education, and science education. In addition, the Centre has included full-time managers, postdoctoral, doctoral, masters, and undergraduate student researchers, and numerous affiliated researchers and educators working in international collaboration in many countries. The Centre serves as a forum for engaging in ongoing dialogue and inquiry around exploring ways to improve instruction, pedagogy, and learning of evolution. Additionally, research at the Centre attempts to investigate and understand the ways in which people's values, culture, and religious beliefs interact with their understanding of the science of evolution.

Given the importance of evolution education to science and science literacy, its current prominence in the media, and its cross-cultural and international relevance, the members of the EERC are pleased that evolution education is the focus of this special issue of the *McGill Journal of Education* (MJE), a journal with a stated mission that includes "making it possible for scholars around the world to engage in dialogue on relevant educational issues." In science education, there may not currently be a more pressing relevant issue than evolution education.

There are, of course, a host of topics and concerns that would be suitable for discussion in this special issue of MJE. However, calls from the education research community, as well as our experiences with practicing and pre-service teachers, have led us to emphasize three themes: the need for improved teacher training in pedagogical techniques and content knowledge with regard to evolution, the need for effective classroom tools for teaching evolution, and the need to confront specific issues related to social controversies surrounding evolution education.

Randy Moore, Distinguished Teaching Professor of Biology at the University of Minnesota and long-time editor of *The American Biology Teacher*, opens this volume with his summary, based on reports from students in university classrooms, of what was taught about evolution in the high schools they attended. We guest editors, along with Brian Alters, Tomlinson Chair in Science Education at McGill University and Director of the EERC, turn the discussion to Canada and to primary education with our research exploring the attitudes and understandings of pre-service elementary school teachers with regard to evolution. We found that while their knowledge of evolutionary science is generally rudimentary at best, there is wide variation among these future teachers as to their intentions for teaching about evolution although the concept is well represented in the provincial standards for science at the elementary school level. We uncovered a landscape of sensitivities affecting these future teachers' decisions to include, or not to include, evolution in their classrooms.

Three articles in this issue present potential tools for teaching evolution. Robert Pennock, a philosopher of science and expert on evolution from Michigan State University, shares a new computer-based tool for teaching evolution whereby students can experiment with evolution in virtual organisms. Populations of these digital “life forms” change via Darwinian mechanisms, but on a time-scale that students can easily observe. Another technological tool for promoting the effective teaching of evolution is described in an article by Judy Scotchmoor and Anastasia Thanukos of the University of California Museum of Paleontology. Their discussion of the development and evaluation of the museum’s “Understanding Evolution” website illuminates a valuable and freely accessible resource for teachers, students, and the general public. Jeff Dodick, a faculty member in the Department of Science Teaching at the Hebrew University of Jerusalem, explains an additional tool for evolution education: a series of visual representations of evolutionary change in geological time designed to increase students’ understanding of evolutionary change within the framework of geological time.

Two relevant books are reviewed in this issue. *Teaching Biological Evolution in Higher Education: Methodological, religious, and nonreligious issues*, is appraised by Glenn Branch, Deputy Director of the (U.S.) National Center for Science Education (NCSE), who deems it a “splendid vade mecum” for “any instructor who teaches any aspect of evolution at the post-secondary level.” And Andrew Petto, of the Department of Biology at the University of Wisconsin – Milwaukee, reviews *The Plausibility of Life: Resolving Darwin’s dilemma*, a book which he claims might be revolutionary with regard to implications about how and what we teach about evolution.

This issue also contains two opinion essays suggesting possible improvements for pedagogical practice in evolution education. Craig Nelson, Emeritus Professor of Biology at Indiana University and Indiana Carnegie Professor of the Year (2000), stresses the importance of addressing students’ prior misconceptions about evolution, and Massimo Pigliucci, a professor of evolutionary biology and of philosophy at the State University of New York at Stony Brook, calls for science educators to look to the science of neurobiology for new insight into how we should teach science in general and evolution in particular.

Professors Nelson and Pigliucci both assert that science educators need to take into account and engage with students’ preconceptions about evolution, including, and perhaps especially, those that may stem from their religious beliefs. However, they both also warn against misinterpretation of their suggestions as support for campaigns promoted by creationists in efforts to interject faith-based opposition to evolution into science classrooms. Eugenie C. Scott, executive director of the NCSE, examines these so-called “teach the controversy” or “critical analysis of evolution” movements in her article,

and exposes them as the next step in a long line of pernicious assaults on science education.

The editors wish to affirm that neither those associated with EERC, nor the authors whose works are herein published, seek to antagonize any religion or to disparage the free practice thereof. Science is a tool through which individuals from all cultures and positions of faith (or non-faith) can collaborate and communicate information about the natural world we share. Scientists representing virtually all faiths have overwhelmingly agreed that evolution is a well-supported and unifying scientific principle and that all living things share a common ancestry. Although the contributors and advisors to this special issue of MJE were not in any way selected due to their religious backgrounds, it is worthy of note that a wide array of religious (and non-religious) backgrounds is represented, including evangelical and mainstream Protestantism, Catholicism, Islam, Judaism, agnosticism, and atheism. Though our religious heritages may be diverse, we are unified in our recognition of the scientific validity of evolution and its importance to science literacy.

We hope that the articles in this issue will encourage dialogue among scientists, educators, administrators, students, parents, and citizens concerned about science literacy. We further hope that our efforts will lead to future research into the teaching and learning of evolution at all levels.

JASON R. WILES, *McGill University*

ANILA ASGHAR, *Johns Hopkins University*

#### REFERENCES

Gould, S. J. (2001). Foreword. In B. Alters & S. Alters, *Defending evolution: A guide to the creation/evolution controversy*. Sudbury, MA: Jones & Bartlett. pp. 1–4.

InterAcademy Panel (2006). InterAcademy panel (IAP) statement on the teaching of evolution. (<http://www.interacademies.net/Object.File/Master/6/150/Evolution%20statement.pdf>). Accessed February 21, 2007.

#### ADVISORY PANEL

Glenn Branch, National Center for Science Education  
Barbara Forrest, Southeastern Louisiana University  
Samia Khan, University of British Columbia  
Denis Lamoureux, University of Alberta  
Julie Libarkin, Ohio University  
Colette Murphy, Queen's University – Belfast  
Andrew J. Petto, University of Wisconsin – Milwaukee  
Patricia Princehouse, Case Western Reserve University  
Philip Sadler, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics  
Marc Schwartz, McGill University  
Gale Sinatra, University of Nevada – Las Vegas  
Sherry Southerland, Florida State University

#### ACKNOWLEDGEMENTS

The guest editors would like to thank the staff of the National Center for Science Education for their support during the production of this special issue of *MJE*. We are also very grateful to Brian Alters for his assistance in drafting the proposal for the special issue and his constant advice throughout this project and many others. Thanks also to Anthony Paré and the MJE board for recognizing the importance of evolution education and allowing us this opportunity. We sincerely appreciate the efforts and unwavering encouragement of Helen Amoroggi. This project has been funded in large part via a donation from the Birks Foundation, and we are grateful to the Birks family for their generosity.

#### ÉDITORIAL

### UN EFFORT POUR ENCOURAGER LE DIALOGUE QUANT À L'ENSEIGNEMENT ET L'APPRENTISSAGE DE L'ÉVOLUTION

L'évolution biologique, principe scientifique selon lequel la diversité de la vie sur terre provient de la descendance avec modification d'un ancêtre commun, est reconnue par l'ensemble des sociétés scientifiques et des organismes d'enseignement des sciences d'importance comme étant le principe central et rassembleur des sciences biologiques. L'évolution, au sens plus large – en tant que changement cumulatif dans le monde naturel au fil du temps – est un principe similairement central et rassembleur en sciences naturelles. De fait, comme pas moins de soixante-sept académies nationales de sciences l'attestent, l'évolution des galaxies, des étoiles, des planètes et de la vie sur terre au fil de milliards d'années est soutenue par des observations et des expériences de toutes les branches des sciences naturelles et représente une compréhension extraordinairement interdisciplinaire de l'histoire et des rouages de notre planète et de ses habitants (InterAcademy Panel, 2006).

Toutefois, l'enseignement et l'apprentissage de l'évolution ont fait face à des difficultés allant des obstacles pédagogiques à la controverse sociale. Celles-ci comprennent deux ensembles de problèmes. L'un résulte du fait que de nombreux concepts évolutionnistes peuvent sembler, du moins au départ, contre-intuitifs pour les étudiants, et l'autre dérive des objections enracinées dans la religion. Malgré l'acceptation dominante de l'évolution parmi les scientifiques et malgré le fait que de l'évolution est au cœur de la biologie moderne, pratiquement tous les sondages nationaux indiquent qu'environ la moitié des Nord-américains rejettent l'évolution – suggérant qu'ils croient que les scientifiques, manuels scolaires et enseignants sont tout simplement

dans l'erreur. Il semble qu'une grande partie de la population est sous ou mal éduquée en ce qui concerne la science de l'évolution. Un ancien rédacteur de *The American Biology Teacher*, l'une des publications éducatives sur les sciences de la vie les plus largement diffusées en Amérique du Nord, soutient que l'enseignement de l'évolution est le plus grand échec de l'enseignement des sciences de fond en comble. Si le combat concernant l'enseignement de l'évolution représente, comme l'a écrit Stephen Jay Gould, « l'une des plus importantes questions de notre époque » (Gould, 2001: 3), il est clairement impératif que les enseignants soient préparés au moyen des meilleures méthodes pédagogiques disponibles pour l'enseignement de l'évolution ». Or, étonnamment, comme domaine d'étude, l'enseignement de l'évolution fait l'objet de bien peu de recherches.

Le Centre de recherche en enseignement de l'évolution (EERC) a été fondé afin de faire avancer l'enseignement et l'apprentissage de l'évolution par le truchement de la recherche. Il a ouvert ses portes à l'Université McGill en 2001, avec quatre professeurs de McGill et quatre professeurs de Harvard qui ont de l'expertise en anthropologie, évolution biologique, psychopédagogie, géologie, biologie moléculaire, paléontologie, philosophie des sciences/de l'éducation et en enseignement des sciences. En outre, le Centre a inclus des directeurs à temps plein, des chercheurs au post-doctorat, au doctorat, à la maîtrise et au baccalauréat, et de nombreux chercheurs et enseignants affiliés travaillant en collaboration internationale dans beaucoup de pays. Le Centre sert de forum pour engager un dialogue continu et chercher des manières d'améliorer l'instruction, la pédagogie et l'apprentissage en matière d'évolution. De plus, la recherche au Centre tente d'examiner et de comprendre les façons dont les valeurs, la culture et les croyances religieuses des gens interagissent avec leur compréhension de la science de l'évolution.

Étant donné l'importance de l'enseignement de l'évolution pour les sciences et les connaissances en sciences, sa prééminence actuelle dans les médias et sa pertinence interculturelle et internationale, les membres de l'EERC se réjouissent du fait que l'enseignement de l'évolution est le point de mire de ce numéro spécial de la *Revue des sciences de l'éducation de McGill* (MJE), une publication dont la mission déclarée comprend « permettre aux universitaires dans le monde entier d'engager le dialogue sur les questions pertinentes liées à l'éducation. » En enseignement des sciences, il se peut qu'il n'y ait pas actuellement de question plus pertinente que celle de l'enseignement de l'évolution.

Il y a, bien entendu, quantité de sujets et de préoccupations qui se prêteraient à la discussion dans ce numéro spécial de MJE. Toutefois, les appels de la communauté de la recherche en enseignement, de même que nos expériences avec les enseignants actifs et futurs enseignants, nous portent à mettre l'accent sur trois thèmes : le besoin d'une formation d'enseignant améliorée

sur le plan des méthodes pédagogiques et de l'apprentissage de contenu concernant l'évolution, le besoin d'outils efficaces en classe pour l'enseignement de l'évolution et le besoin d'aborder certaines questions particulières aux controverses sociales entourant l'enseignement de l'évolution.

Pour commencer, Randy Moore, professeur distingué de biologie à la University of Minnesota et rédacteur de longue date de *The American Biology Teacher*, présente son résumé, fondé sur les rapports des étudiants dans les classes de l'université, de ce qui a été enseigné au sujet de l'évolution dans les écoles secondaires qu'ils ont fréquentées. De concert avec Brian Alters, titulaire de la chaire Tomlinson en enseignement des sciences à McGill et directeur de l'EERC, nous, rédacteurs invités, orientons la discussion sur le Canada et l'enseignement primaire, notre recherche explorant les attitudes et compréhensions des futurs enseignants à l'école primaire concernant l'évolution. Nous avons constaté que tandis que leur connaissance de la science de l'évolution est généralement rudimentaire au mieux, il y a une grande variation parmi ces futurs enseignants quant à leurs intentions d'enseignement au sujet de l'évolution même si ce concept est bien représenté dans les normes provinciales pour les sciences au niveau de l'école primaire. Nous avons découvert un panorama de sensibilités quant aux décisions des futurs enseignants d'inclure ou non l'évolution dans leurs classes.

Trois articles dans ce numéro présentent des outils potentiels pour l'enseignement de l'évolution. Robert Pennock, philosophe des sciences et expert de l'évolution, de la Michigan State University, partage un nouvel outil informatique pour l'enseignement de l'évolution, par lequel les étudiants peuvent faire l'expérience de l'évolution dans des organismes virtuels. Les populations de ces « formes de vie » changent par le truchement des mécanismes darwiniens, mais sur une échelle de temps telle que les étudiants peuvent facilement le constater. Un autre outil technologique pour la promotion de l'enseignement efficace de l'évolution est décrit dans un article de Judy Scotchmoor et d'Anastasia Thanukos du musée de paléontologie de la University of California. Leur discussion du développement du site Web « Understanding Evolution » du musée et leur évaluation de celui-là braquent les projecteurs sur une ressource très utile et librement accessible aux enseignants, aux étudiants et au grand public. Jeff Dodick, membre du corps enseignant du département d'enseignement des sciences à la Hebrew University of Jerusalem, explique un outil additionnel pour l'enseignement de l'évolution : une série de représentations visuelles du changement évolutif dans le temps géologique conçues pour augmenter la compréhension des étudiants en matière de changement évolutif dans le cadre du temps géologique.

Deux ouvrages pertinents sont passés en revue dans ce numéro. *Teaching Biological Evolution in Higher Education: Methodological, religious, and nonreligious*

issues, est examiné par Glenn Branch, directeur adjoint du (U.S.) National Center for Science Education (NCSE); ce dernier juge qu'il s'agit d'un « splendide vade-mecum » pour « tout professeur qui enseigne tout aspect de l'évolution au niveau post-secondaire ». Et Andrew Petto, du département de biologie à la University of Wisconsin – Milwaukee, passe en revue *The Plausibility of Life: Resolving Darwin's Dilemma*, un ouvrage qui, affirme-t-il, pourrait être révolutionnaire quant aux implications liées à ce que nous enseignons à propos de l'évolution et à la façon de le faire.

Ce numéro comprend également deux essais d'opinion suggérant des améliorations potentielles pour la pratique pédagogique en enseignement de l'évolution. Craig Nelson, professeur émérite de biologie à l'Indiana University et professeur de l'année (2000) d'Indiana Carnegie, insiste sur l'importance d'aborder les méconnaissances précédentes au sujet de l'évolution, et Massimo Pigliucci, professeur de biologie évolutionniste à la State University of New York à Stony Brook, lance un appel aux enseignants en sciences pour qu'ils se tournent vers la science de la neurobiologie afin d'avoir un nouvel éclairage quant à la manière dont nous devrions enseigner les sciences en général et l'évolution en particulier.

Les professeurs Nelson et Pigliucci affirment que les enseignants en sciences doivent prendre en considération et confronter les préjugés des étudiants à l'égard de l'évolution, y compris, voire surtout, ceux qui découlent de croyances religieuses. Toutefois, les deux professeurs soulignent qu'il ne faut pas interpréter leurs idées comme des expressions de soutien aux campagnes menées par les créationnistes pour que leur apposition à l'évolution, fondée sur leur foi, s'immisce dans les salles de cours. Dans son article, Eugenie C. Scott, directrice générale du NCSE, examine ces mouvements qui appellent à l'« enseignement de la controverse » ou à l'« analyse critique de l'évolution » et met au jour leur appartenance à une vieille tradition d'attaques pernicieuses contre l'enseignement des sciences.

La rédaction tient à rappeler que ni les intervenants du EERC, ni les auteurs dont les articles sont publiés dans le présent document, ne cherchent à antagoniser une religion donnée ou à critiquer la liberté de culte. La science est un outil grâce auquel les personnes de toutes les cultures ou croyances religieuses (y compris l'absence de celles-ci) peuvent collaborer et échanger de l'information sur le monde naturel que nous partageons. De nombreux scientifiques appartenant à pratiquement toutes les religions ont convenu que l'évolution est un principe scientifique rassembleur et bien étayé et que tous les êtres vivants ont un ancêtre commun. Bien que les collaborateurs et les conseillers qui ont travaillé à ce numéro de *MJE* n'aient en aucun cas été sélectionnés en raison de leur confession, il est important de noter qu'un vaste éventail d'appartenances religieuses (ou d'absence d'appartenance) sont représentées, y compris le protestantisme et la foi évangélique, le ca-



tholicisme, l'islam, le judaïsme, l'agnosticisme et l'athéisme. Même si nos expériences religieuses peuvent être très différentes, nous nous réunissons autour de la validité scientifique de l'évolution et de son importance pour l'apprentissage des sciences.

Nous espérons que les articles qui composent ce numéro encourageront le dialogue entre les scientifiques, les administrateurs, les étudiants, les parents et les citoyens pour qui l'apprentissage des sciences compte. En outre, nous souhaitons que nos efforts débouchent sur la mise sur pied de projets de recherche articulés autour de l'enseignement et de l'apprentissage de l'évolution à tous les niveaux.

JASON R. WILES, *Université McGill*  
ANILA ASGHAR, *Université Johns Hopkins*

#### RÉFÉRENCES

Gould, S. J. (2001). Foreword. Dans B. Alters & S. Alters, *Defending evolution: A guide to the creation/evolution controversy*. Sudbury, MA: Jones & Bartlett. pp. 1–4.

InterAcademy Panel (2006). InterAcademy panel (IAP) statement on the teaching of evolution. (<http://www.interacademies.net/Object.File/Master/6/150/Evolution%20statement.pdf>). Accédé le 21 février, 2007.

#### COMITÉ CONSULTATIF

Glenn Branch, National Center for Science Education  
Barbara Forrest, Southeastern Louisiana University  
Samia Khan, University of British Columbia  
Denis Lamoureux, University of Alberta  
Julie Libarkin, Ohio University  
Colette Murphy, Queen's University – Belfast  
Andrew J. Petto, University of Wisconsin – Milwaukee  
Patricia Princehouse, Case Western Reserve University  
Philip Sadler, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics  
Marc Schwartz, McGill University  
Gale Sinatra, University of Nevada – Las Vegas  
Sherry Southerland, Florida State University

#### REMERCIEMENTS

Les rédacteurs invités aimeraient remercier le personnel du National Center for Science Education de leur aide durant la préparation de ce numéro spécial de *MJE*. Nous sommes aussi extrêmement reconnaissants envers Brian Alters pour sa collaboration à la rédaction de la proposition de ce numéro spécial ainsi que pour ses nombreux conseils portant sur ce projet et bien d'autres encore. Nous remercions aussi Anthony Paré et le comité de rédaction de *MJE* d'avoir saisi l'importance de l'enseignement de l'évolution et de nous avoir donné l'occasion de mener notre proposition à bien. Nous apprécions sincèrement les efforts et les vifs encouragements de Helen Amoriggi. Comme ce projet a été financé en grande partie par un don de la Fondation de la famille Birks, nous voulons exprimer envers cette dernière notre gratitude pour sa générosité.

