

3. Tendências e preocupações recentes

A Seção 2 ofereceu um resumo, necessariamente condensado, das influências na argumentação em IA, cobrindo até início do século atual. À medida que nos voltamos agora para desenvolvimentos mais recentes, que são posteriores às contribuições discutidas em [57,182], uma série de tendências tornam-se aparentes: o enriquecimento contínuo da teoria formal da argumentação baseada em [43,73,105]; o crescimento de metodologias baseadas em argumentação em aplicações de sistemas multiagentes; novos tratamentos computacionais de diagramação e visualização de argumentos; a exploração da argumentação em novos domínios especializados; e o desenvolvimento de bases teóricas que abrangem a subjetividade na argumentação e conceitos de raciocínio prático.

No geral, encontra-se nestes temas um alargamento do âmbito da argumentação em IA para além dos seus usos tradicionais anteriores na realização de cenários lógicos não clássicos. Nesta seção, discutimos alguns desses temas com maior profundidade, com referência particular aos artigos que contribuem para este volume.

3.1. Desenvolvimento do modelo de argumentação estilo Dung

O modelo teórico dos grafos da estrutura de argumentação em [73] e o esquema dedutivo que apoia as estruturas baseadas em suposições de [43] deram origem a um extenso corpo de pesquisa com concentração particular no seguinte,

- (a) Semântica de argumentação baseada em extensão.
- (b) Questões algorítmicas e de complexidade na argumentação.
- (c) Processos de diálogo para decidir a aceitabilidade.

Semântica de argumentação baseada em extensão

Cada uma das semânticas baseadas em extensão apresentadas em [73] baseia-se em conjuntos de argumentos, S , que são livres de conflitos:

isto é, nenhum argumento dentro de S ataca outro em S .

Livre de conflitos, conforme observado por Baroni e Giacomin [22] em

seu estudo de critérios avaliativos para semântica de extensão, é visto como um requisito mínimo a ser satisfeito dentro

qualquer noção computacionalmente sensata de “coleção de argumentos justificados”. A ausência de conflitos, no entanto, é uma condição demasiado fraca, por si só, para ser aplicada como uma garantia razoável de que um conjunto de argumentos S é “coletivamente aceitável”: por exemplo, tal conjunto poderia ser atacado por argumentos que não estão entre os seus membros.

É nas abordagens propostas para formar condições adicionais em subconjuntos (livres de conflitos) de argumentos que as complicações se tornam aparentes, e nos diversos métodos propostos para resolver tais complicações que a atual, para usar a frase de Guillermo Simari, “uma infinidade de semântica de argumentação”⁹ surgiu.

As três principais semânticas baseadas em extensão introduzidas em [73] – as chamadas semânticas Grounded, Preferred e Stable – podem exibir uma variedade de aspectos problemáticos.

(P1) Vazio: embora sempre exista uma extensão que satisfaça as condições prescritas, existem AFs para os quais a única extensão é o conjunto vazio. Isso pode surgir tanto com a semântica fundamentada quanto com a preferida de [73].

(P2) Inexistência: uma extensão, quando existe, nunca está vazia, mas existem enquadramentos para os quais não existe nenhuma extensão que cumpra os critérios exigidos. Isto pode ocorrer, por exemplo, com a semântica estável de Dung.

(P3) Multiplicidade: num AF podem existir várias extensões “incompatíveis”, ou seja, conjuntos S_1 e S_2 que são extensões bem definidas de X, A mas com $S_1 \cup S_2$ não o sendo. Embora a semântica fundamentada de Dung não sofra deste problema, estruturas são facilmente construídas nas quais tanto a semântica preferida quanto a estável exibem este fenômeno.

Uma série de abordagens foram propostas para resolver essas e outras desvantagens percebidas. Assim, Cayrol e

Lagasquie-Schiex [55] definem conceitos de “gradualidade” para avaliar classes de argumentos aceitáveis, Caminada [46] introduz a semântica semi-estável; Dung, Mancarella e Toni [75, p. 151] desenvolvem semântica ideal e seu artigo neste volume [76] apresenta análises adicionais sobre o cálculo de extensões ideais em ABFs. Baroni et al. [21,23] definem várias semânticas baseadas em extensão para um edifício AF a partir da decomposição do componente fortemente conectado (SCC) de seu gráfico direcionado: da semântica recursiva SCC resultante, a semântica CF2 foi examinada em profundidade em [23]. Em [62], Coste-Marquis, Devred e Marquis consideram um refinamento do conceito de “conjunto livre de conflitos” para excluir “argumentos controversos” [73, p. 332], ou seja, argumentos $\{x,y\}$ tais que, embora $x,y \in A$ haja um “ataque indireto” de x sobre y : a abordagem resultante dá origem à semântica prudente de [62].

Uma série de semânticas baseadas em extensões foram propostas motivadas por novas interpretações das interações entre argumentos que deveriam ser consideradas: assim a relação de ataque binária básica de [73] é desenvolvida. Contribuições importantes deste tipo incluem os artigos de Cayrol et al. —[50,53,54]—nos quais a relação “o argumento x apoia o argumento y ” é introduzida levando à formulação de quadros de argumentação bipolares. Nessas estruturas, cada uma das semânticas de extensão existentes pode ser qualificada através da bipolaridade, por ex. [50] considera a semântica bipolar prudente. Outros desenvolvimentos da estrutura de ataque de Dung são oferecidos no trabalho de Nielsen e Parsons [134] usando uma abordagem baseada na ideia de que uma relação de ataque binária nem sempre é apropriada e, portanto, isso deve ser definido em termos de $A \subseteq 2X \times X$, ou seja, cada $x \in X$ tem um conjunto associado de subconjuntos de X que o atacam. Um tratamento diferente de A constitui a base da abordagem de Amgoud e Cayrol em [7] para as questões interpretativas criadas pela presença de múltiplas extensões preferidas. Neste qualquer AF é aumentado por uma relação de

preferência sobre argumentos que definem um ataque em A. No AF baseado em preferência (PAF) 12 resultante, um ataque x, y é relevante apenas se o argumento y não for preferido ao argumento x . Ao impor restrições adequadas, o efeito da especificação de preferências dentro de um determinado AF é reduzi-lo a um gráfico acíclico: para tais estruturas, [73] mostrou que a semântica fundamentada, preferida e estável coincide em uma extensão única.

As estruturas de argumentação baseadas em valores (VAF) de Bench-Capon [27,28] também resultam de tentativas de fornecer uma base formal para racionalizar escolhas entre várias extensões preferidas. Os elementos básicos dos VAFs são descritos no artigo de Dunne [80, Seção 8]. Em comum com a abordagem baseada em preferências, a resolução de escolhas em VAFs pode ser interpretada em termos de remoção consistente de ataques (usando ordenações de “valor”) de modo que a estrutura resultante seja, novamente, aquela em que todas as três semânticas básicas de extensão coincidem. A lógica filosófica subjacente aos VAF deriva, em última análise, de Perelman [145] e é tratada com mais profundidade na Seção 3.3. Uma discussão comparativa detalhada de métodos baseados em preferências e valores pode ser encontrada em [30, Seção 7.1].

O artigo de Baroni e Giacomin [22] apresenta um argumento poderoso para reexaminar a proliferação de novas semânticas:

“De facto, vários tipos de motivações têm sido utilizadas para apoiar a introdução de novas semânticas no que diz respeito às propostas “clássicas”... Estas motivações vão desde o desejo de formalizar alguma intuição de alto nível, não capturada por outras propostas, até à necessidade de alcançar o tratamento “correto” de um exemplo particular (ou família de exemplos) considerados particularmente significativos. ... É evidente que estes tipos de intuições heterogêneas dificilmente se prestam a comparações sistemáticas. Dada esta situação, não é surpreendente que as comparações sejam frequentemente realizadas usando exemplos problemáticos

específicos, muitas vezes engenhosamente concebidos de modo a trazer à luz comportamentos patentemente diferentes exibidos pela semântica em discussão.” ([22, introdução.])



A semântica baseada em extensão em AFs continua a ser um tópico extremamente ativo para modelos de argumentação em IA e uma série de questões técnicas especializadas permanecem sem solução.¹³ Por mais importantes que sejam essas questões, pode muito bem ser o caso, no entanto, que tratamentos de semântica baseada em extensão a semântica passará a se concentrar menos na construção de novas formas especializadas e mais em teorias de consolidação, como os princípios avaliativos de [22] ou a abordagem complementar aplicada a argumentos com uma estrutura particular de [47,48]: assim como as tentativas de construir uma lógica nocional “definitiva” não monotônica a partir das alternativas díspares propostas na década de 1980 são agora reconhecidas como malfadadas, e é provável que seja o resultado dos esforços para construir uma semântica “definitiva” baseada em extensão.

Problemas algorítmicos e de complexidade

Embora a preponderância do estudo teórico formal sobre questões computacionais decorrentes de [43,73] tenha abordado questões semânticas dentro dessas estruturas abstratas, há um núcleo significativo de resultados relacionados à algorítmica e à complexidade computacional. Os primeiros trabalhos de Dimopoulos e Torres [69] derivaram classificações exatas de complexidade para uma série de problemas de decisão envolvendo semântica baseada em extensão em AFs¹⁴ e um resumo desses resultados pode ser encontrado em [80, Tabela 1 (a - d)]. Em [81], Dunne e Bench-Capon desenvolvem ainda mais a análise teórica da complexidade do modelo de Dung ao derivar limites exatos na complexidade computacional de duas questões (nenhuma das quais é considerada em [69]): a de decidir se um determinado argumento é justificado sob a semântica mais

restritiva definida em [73] (a chamada aceitação cética); e o problema de determinar se um AF satisfaz o conceito de coerência de Dung [73, Definição 31(1), p. 332] onde cada conjunto de argumentos que define uma extensão preferida também define uma extensão estável.

Ambos [69] e [81] referem-se a problemas de decisão em AFs: a base para resultados de dureza é através de mecanismos gráficos direcionados adequados, cf. as duas construções principais descritas em [80, Secn. 3]. Numa importante série de artigos—[66–68]—Dimopoulos, Nebel e Toni consideram questões análogas dentro de várias instanciações de estruturas baseadas em suposições. Uma conquista significativa deste trabalho está na caracterização da complexidade computacional das questões de decisão em ABFs no que diz respeito ao teste de “derivabilidade” (ou seja, de ϕ de uma determinada base) dentro da lógica associada modelada pelo ABF: a derivabilidade é central na determinação a existência de ataques entre argumentos. Em consequência, uma série de instanciações de ABFs que descrevem lógicas não clássicas específicas exibem um aumento significativo na complexidade em comparação com o NP ou P^2 —completude de problemas relacionados em AFs. As contribuições de [66–69, 81] concentram-se principalmente em análises puramente teóricas da complexidade. Métodos algorítmicos eficientes são introduzidos em [73] para classes especiais de AF (grafos acíclicos direcionados – DAGs) e, mais recentemente, no trabalho de Coste-Marquis et al. [63] (para estruturas simétricas). A extensão em que tais condições teóricas dos grafos podem melhorar questões de complexidade constitui o tópico central do artigo de Dunne [80] neste volume. O tratamento da “gradualidade” em [55] inclui uma série de elementos algorítmicos e outros trabalhos úteis surgiram da modelagem da justificação de argumentos por meio de jogos de diálogo, por ex. [51, 52, 184].

Uma coleção de métodos que tem recebido atenção crescente nos últimos cinco anos diz respeito a técnicas enumerativas para construir todas as extensões (de uma forma particular)

dentro de um determinado AF, sendo as principais contribuições o trabalho de Doutre e Mengin [70] e a abordagem de rotulagem de Verheij para gerar todas as extensões estáveis de um AF descrito em [181].

Trabalhos mais recentes incluem algoritmos de Nielsen e Parsons [134] e Vreeswijk [183], o primeiro deles relativo à noção de ataque da teoria dos conjuntos dos autores mencionada anteriormente. Uma abordagem alternativa sobre a questão da enumeração de conjuntos preferenciais é oferecida em [77], que considera a seguinte questão: sob a suposição de que uma enumeração, S , já foi produzida, até que ponto ela pode ser representada de forma compacta com a representação que permite $S \in \mathcal{S}$ deve ser decidido eficientemente para qualquer subconjunto de argumentos de \mathcal{S} ?¹⁵ Embora [77] apresente indicações de que uma série de questões computacionais permanecem difíceis mesmo com informações adicionais significativas fornecidas, resultados mais positivos indicam que codificações concisas de conjuntos preferidos que podem ser eficientemente consultado pode ser possível.

A análise algorítmica dos ABFs tem sido bem menos avançada do que a dos AFs: um fator importante que explica isso são, obviamente, as formidáveis questões teóricas da complexidade levantadas em [68]. No entanto, técnicas promissoras baseadas em diálogo são apresentadas no trabalho de Dung, Kowalski e Toni [74]. O artigo de Dung et al. neste volume [76] oferece mais um exemplo de abordagens de diálogo, adaptando-as ao cálculo de extensões ideais em ABFs. Além disso, o trabalho recente de Egly e Woltran [88] é de algum interesse: propõe abordagens baseadas em traduções para fórmulas booleanas quantificadas e a subsequente exploração de solucionadores QBF altamente ajustados para resolver questões de decisão.

O artigo de Coste-Marquis et al. neste volume [64] introduz um tópico importante que parece ter sido amplamente negligenciado em estudos anteriores: dados vários AF distintos, descrevendo, digamos, as opiniões de vários observadores sobre uma questão específica, como estes

deveriam ser fundidos em um quadro unificado “sensato” que reflete “de forma justa” os pontos de vista individuais? As técnicas em [64] contribuem tanto para os aspectos semânticos quanto algorítmicos desta questão. Para os desenvolvimentos de [73] representados por PAFs e VAFs, apenas estes últimos dão origem a problemas algorítmicos e de complexidade não triviais. Tratamentos destes, incluindo classificações exatas de complexidade das principais questões de decisão, juntamente com abordagens algorítmicas, podem ser encontrados na série de artigos de Dunne et al. [30,71,83,84]; O artigo de Dunne neste volume indica que uma série de questões não triviais ainda precisam ser resolvidas no tratamento algorítmico dos VAFs.

Abordagens baseadas no diálogo para decidir a aceitabilidade do argumento

A visão do raciocínio como um mecanismo de diálogo tem sido amplamente adotada em abordagens algorítmicas formais para determinar o status de aceitação de argumentos nos modelos AF e ABF. Tal visão também apresentou significativamente em modelos de métodos de argumentação baseados em modelos de raciocínio dedutivo. Ideias-chave subjacentes

essas técnicas incluem linha de argumento (uma cadeia x_0, x_1, \dots, x_k em que o argumento x_i ataca o argumento x_{i-1} para $i > 0$) e o conceito de árvore de prova (parcial), que, em termos informais, pode ser interpretada como uma combinação de uma série de linhas de argumentos distintas relativas a um argumento inicial comum. Ao prosseguir tais abordagens surgem uma série de questões básicas: regras e estratégias que afectam a selecção de argumentos com os quais se deve continuar um diálogo; propriedades de rescisão; demonstrar a solidez e integridade dos procedimentos destinados a estabelecer a aceitabilidade de argumentos em particular semântica; abordagens para avaliar a “eficiência” dos métodos de diálogo, e assim por diante.

O formalismo genérico para descrever jogos de diálogo dentro do modelo de argumento de Dung introduzido em [105] foi discutido brevemente anteriormente. Um desenvolvimento subsequente significativo é encontrado nos métodos apresentados por Vreeswijk e Prakken em [184]. Isto descreve a estrutura das disputas de Resposta Imediata em Duas Partes (TPI). Adotando a convenção de dois jogadores PRO e OPP para debate sobre um argumento x , entre as características das disputas TPI está a exigência de cada jogador atacar o argumento jogado mais recentemente de seu oponente sempre que for possível (dentro das regras do jogo). então. Vários exemplos em [184] estabelecem que ambos os jogadores necessitam de movimentos que permitam retroceder até um ponto anterior definido em um diálogo. O jogo resultante mostra-se sólido e completo para o chamado raciocínio crédulo, ou seja, onde o objetivo é decidir se x é membro de pelo menos uma extensão preferida. Assim, para qualquer AF e argumento x dentro dele, as disputas TPI têm a garantia de terminar e determinar corretamente se x é justificado sob a crédula semântica preferida de Dung (PRO vence) ou x não pode ser justificado (OPP vence). Uma variante deste jogo fornece métodos sólidos e completos para o raciocínio cético em AFs coerentes, ou seja, onde PRO vence se e somente se x pertencer a todas as extensões preferidas.

Os resultados de Vreeswijk e Prakken em [184] foram fundamentais para motivar um dos primeiros estudos sistemáticos sobre conceitos formais de “eficiência” de jogos de diálogo na argumentação: a definição e análise da complexidade da disputa apresentada por Dunne e Bench-Capon em [82]. Informalmente, a complexidade da disputa de um jogo de diálogo é medida em termos do número (no pior caso) de movimentos que podem ser necessários para resolver o estado de um determinado argumento num AF. Uma contribuição significativa de [82] é o posicionamento de tais jogos de diálogo dentro de um corpo de trabalho estabelecido em relação à eficiência relativa dos métodos de prova proposicional através do conceito de complexidade de

disputa, ou seja, a base fornecida em Cook e Reckhow [61]. Assim, [82] não apenas demonstra que as disputas de TPI ocasionam um método de prova proposicional, mas também, adotando os critérios comparativos para tais sistemas apresentados em [61], mostra ainda que o sistema resultante é equivalente ao cálculo sequencial livre de CUT de Gentzen [92]. Em consequência, através dos resultados de Urquhart [180], pode-se construir (uma família de) AFs e argumentos dentro destes – AFn, ϕ de modo que a resolução do status de ϕ exija disputas de TPI exponencialmente longas.

Tratamentos importantes que combinam elementos do modelo de diálogo de MacKenzie [121] com a abordagem formal de [105] – por exemplo, locuções, enunciados, regras para continuação do diálogo, terminação – são encontrados em McBurney, Parsons e outros, por exemplo. [106.122 – 124.141.142]. Grande parte da ênfase deste trabalho é direcionada para fornecer uma base para a exploração do diálogo em contextos de sistemas multiagentes – por exemplo, a análise de Torroni das propriedades de terminação em diálogos de negociação [177] – conforme discutido na Seção 3.2.

Tratamentos de técnicas teóricas de prova por meio de métodos de diálogo usando os conceitos de linha de argumentação e árvore de prova parcial foram considerados em vários artigos recentes. Uma questão importante neste contexto diz respeito ao desenho de heurísticas que reduzam o espaço de busca, evitando assim a necessidade de considerar todas as expansões de cada linha de argumento. Dung, Kowalski e Toni [74] propõem uma nova abordagem de “raciocínio retroativo” para a construção de árvores de prova em ABFs. O trabalho recente de Chesnevar e Simari [58] trata da argumentação cética por meio de uma codificação teórica de rede do espaço de busca relevante. Uma questão relacionada na implementação de mecanismos de diálogo é decidir qual (entre uma série de opções disponíveis) é a “melhor” continuação para um participante contribuir. Existem, é claro, muitas interpretações de “melhor” que podem ser aplicáveis desde noções qualitativas

intuitivas vagamente definidas (por exemplo, mais “persuasivas” ou “convincentes”) até ideias quantitativas, por exemplo, garantido encerrar o debate com o menor número de movimentos possíveis. Em [86,87] Dunne e McBurney consideram uma formalização deste problema que permite relacioná-lo com o problema de “seleção literal” examinado por Liberatore [112].

Uma coleção final de questões, cujo tratamento computacional só recentemente foi iniciado, aborda questões decorrentes de considerações mais amplas sobre os motivos dos participantes. Assim, reconhecendo que os contribuidores de uma discussão podem ter bases racionais para obstruir o seu desenvolvimento ou estar ansiosos para evitar revelar informações sobre a sua busca por um assunto. Em [91], Gabbay e Woods examinam o uso das chamadas táticas de “parede de pedra” como um meio de impedir o progresso dos diálogos de busca de informações, enquanto Dunne [78] considera ambientes em que um participante procura prolongar a discussão e analisa essas abordagens em relação a uma variedade de aplicações legais. As estratégias de ocultação de informações são examinadas em vários artigos recentes relacionados a sistemas multiagentes, por ex. Otterloo [139], Paruchiri et. al [144]. Um estudo muito preliminar de elementos computacionais relacionados ao conceito de “agenda oculta”¹⁸ é iniciado em [79].

3.2. Explorando técnicas de argumentação em sistemas multiagentes Se os interesses significativos que moveram a argumentação para a IA durante a década de 1980 e início da década de 1990 foram impulsionados pela sua aplicação a lógicas não clássicas, nos últimos 10 anos a tecnologia de argumentação tem sido cada vez mais amplamente adotada para impulsionar o desenvolvimento de outro campo computacional, também importante na IA: o paradigma da computação de agentes autônomos, por ex. conforme descrito em Sycara [176], Wooldridge [192].

Não é difícil explicar este interesse, cuja base reside no artigo chave de Sycara [175] no qual um sistema para

negociação multiagente – PERSUADER – é descrito: a negociação em [175] sendo apresentada e tratada como um processo de argumentação persuasiva. Mecanismos de negociação automatizados há muito constituem uma preocupação central do trabalho em sistemas multiagentes e o artigo de Ramchurn et al. [159] neste volume marca um desenvolvimento adicional neste campo. Remetemos o leitor para [159, Seção 7] para uma discussão mais detalhada do trabalho subsequente baseado em [175], em particular as importantes contribuições de Kraus, Sycara e Evenchik [110] e Parsons, Sierra e Jennings [140].

Uma série de temas importantes emergiram desses tratamentos da negociação entre agentes como um diálogo persuasivo orientado pela argumentação: a racionalização das contribuições dos agentes individuais como etapas de um plano direcionado a objetivos; o estudo de formalismos de linguagem baseados em lógica em termos tanto sintáticos (por exemplo, a maneira pela qual os agentes representam contribuições para o debate, propostas, objetivos que procuram alcançar, etc.) quanto semânticos (por exemplo, como as perspectivas de um agente são afetadas por contribuições específicas à medida que a negociação avança) aspectos; o desenvolvimento e análise de jogos formais de diálogo orientados a agentes; a consideração de critérios comparativos para diferenciar e classificar mecanismos de diálogo, etc. Como deve ficar evidente a partir da breve pesquisa apresentada na Seção 2.2, tais temas interagem fortemente com o corpo central das teorias filosóficas e retóricas do diálogo, mais notavelmente nas contribuições de MacKenzie [121] e Walton e Krabbe [189]. O tratamento de tais temas constitui objeto de estudo no trabalho de Parsons et al. [141–143], Amgoud et al. [8], McBurney et al. [125,126]. Uma coleção de artigos recentes sobre o tema das linguagens de comunicação entre agentes pode ser encontrada em Dignum [65].

Uma outra característica da argumentação tem sido influente no incentivo à sua adoção como uma tecnologia facilitadora para o desenvolvimento de sistemas multiagentes. Uma ideia

central avançada nas abordagens baseadas em agentes é a da autonomia: os agentes actuam como entidades individuais, muitas vezes, mas nem sempre, tentando cooperar e coordenar-se com outros. Em tais ambientes, contudo, as ações que um agente individual deseja realizar podem entrar em conflito com as ações tentadas por outros agentes, por ex. na procura de acesso a recursos limitados específicos. A compreensão e o conhecimento que um agente tem do seu ambiente (e da sua consciência da perspectiva de outros agentes) são provavelmente incompletos e incertos, estando assim sujeitos a revisão contínua. Estes elementos de conhecimento incompleto, informação incerta e o potencial para que conclusões inicialmente formadas sejam posteriormente rejeitadas são, como vimos, fundamentais para a natureza da argumentação. Em suma, as aplicações multiagentes fornecem uma arena natural para formalismos baseados no estudo da argumentação dirigida para justificar ações (em oposição a crenças) como o mecanismo pelo qual um agente procura alcançar objetivos específicos desejados - isto é, o estudo de -chamado raciocínio prático que revisaremos na próxima seção. A argumentação como uma abordagem para agentes autônomos tomarem decisões é discutida no trabalho de Kakas e Moraitis [109] e no artigo de Oren et al. [137] neste volume trata de aspectos importantes relativos a chegar a um acordo na presença de evidências incertas (e potencialmente não confiáveis). Observando que os agentes individuais que buscam chegar a um entendimento compartilhado sobre aspectos de seu ambiente requerem métodos pelos quais evidências conflitantes a respeito possam ser avaliadas e resolvidas, [137] discutem os fatores que devem ser considerados e apresentam uma abordagem de solução cuja estrutura lógica se baseia em Lógica Subjetiva de Josang [107].

3.3. Raciocínio prático

Os argumentos são frequentemente considerados como um conjunto de razões para uma afirmação, e a afirmação é

tipicamente considerada como sendo proposicional, de que tal e tal é o caso. Muitos argumentos, contudo, não são sobre se alguma crença é verdadeira, mas sobre se alguma ação deve ou não ser realizada. Muitos tipos de diálogo, como a persuasão, a deliberação e a negociação, podem dizer respeito ao que deve ser feito numa determinada situação, e não ao que é verdade. O raciocínio sobre o que deve ser feito é visto como um tema específico da Filosofia desde a época de Aristóteles, sendo aí denominado raciocínio prático. Para uma coleção de ensaios filosóficos sobre o tema, consulte [160].

O raciocínio prático tem uma série de diferenças importantes em relação ao raciocínio teórico. Pode haver muitas maneiras de atingir um determinado objetivo e, portanto, a suficiência de uma ação para atingir um objetivo não é suficiente - precisa ser a melhor maneira. Os efeitos colaterais - tanto benéficos quanto prejudiciais - precisam ser considerados. Além disso - e esta é uma distinção importante entre o raciocínio prático e os sistemas de planeamento tradicionais - não pode simplesmente ser tomado como dado que vale a pena alcançar o objectivo em si, ou que deve ser prosseguido à custa de outros objectivos que possam ser adoptados em seu lugar. O raciocínio prático envolve a seleção de objetivos, bem como a sua realização.

Importante também é a noção de direção de ajuste [171]. No raciocínio teórico, os agentes tentam fazer com que as suas crenças se ajustem ao mundo e, uma vez que a realidade é considerada a mesma para todos, agentes perfeitamente racionais com informações completas deveriam ser capazes de chegar a um acordo. Quando há desacordo, um agente estará certo e o outro estará errado. Em contraste, o raciocínio prático tenta fazer com que o mundo se ajuste ao que o agente deseja que seja, sendo o objetivo das ações mudar o estado do mundo para que seja em alguns aspectos mais aceitável para o agente. Agentes diferentes podem muito bem ter interesses e aspirações diferentes e, portanto, mesmo que sejam perfeitamente racionais e possuam informações

completas, podem discordar quanto ao que é melhor fazer. No raciocínio prático não há implicação de que alguém esteja certo e outro errado: cada um pode estar certo, de acordo com a sua própria perspectiva.

A representação de tais perspectivas individuais foi construída sobre a noção de “público” introduzida por Perelman [145]. Perelman enfatizou que o propósito de um argumento é persuadir, e se um argumento consegue persuadir é uma função não apenas do argumento em si, mas também do público ao qual está sendo dirigido. São aqueles que ouvem o argumento que são importantes a este respeito, e não o orador. Por exemplo, um argumento para reduzir as taxas máximas de impostos, porque permitirá aos que ganham mais manter uma parte maior dos seus rendimentos, poderia persuadir os capitães da indústria, deixando a sua força de trabalho totalmente indiferente. Para convencer estes últimos, é necessário apresentar um argumento em termos de aumento da prosperidade geral, da qual todos participarão. A noção de audiência de Perelman foi usada em IA em trabalhos como [98] e [27]. Embora seja particularmente importante no contexto do raciocínio prático, Perelman argumentaria que a noção de audiência é importante para todos os argumentos, teóricos e práticos. No contexto do raciocínio teórico, diferentes pressupostos e capacidades de raciocínio podem afetar a aceitação de um argumento. Para uma exploração da noção de audiência no que diz respeito ao raciocínio teórico, ver [102] e [103]. As questões relacionadas com o raciocínio prático têm recebido muito menos atenção do que o raciocínio teórico, mas tornaram-se cada vez mais importantes à medida que os agentes autónomos crescem em popularidade. A autonomia dos agentes exige que sejam capazes de seleccionar, pelo menos até certo ponto, os objectivos que irão perseguir: não é suficiente que encontrem formas de satisfazer objectivos dados de fora, ou incorporados no momento da concepção. Uma abordagem, defendida por Amgoud e Rahwan [157], utiliza um conjunto de crenças juntamente com uma base de regras de desejo para produzir argumentos para quais desejos adotar e,

em seguida, um conjunto de regras de planeamento para determinar como satisfazer esses desejos, dadas as crenças. . Huijstein e van der Torre [101] têm também fornecido uma estrutura para combinar a geração de metas e o planeamento. Uma abordagem alternativa, representada pelo artigo de Atkinson e Bench-Capon neste volume [19], utiliza um conjunto ordenado de valores para representar os interesses e as aspirações de um agente, sendo as diferenças nos agentes representadas por diferenças na ordenação de valores. Descobriu-se que essa ordenação de valores produz argumentos ao instanciar um esquema de argumentos para o raciocínio prático [20], sendo os objetivos seleccionados em razão de seu aprimoramento de algum valor favorecido.

Os agentes autónomos, pela sua própria natureza, necessitam de seleccionar acções e talvez justificá-las aos outros e de persuadir e negociar acções conjuntas com outros agentes. É claro que o raciocínio teórico é uma parte importante disto, uma vez que é essencial uma compreensão precisa do estado do mundo e dos efeitos das suas acções. O raciocínio prático é, no entanto, também de vital importância para que este conhecimento do mundo possa ser bem utilizado.

3.4. Lógica informal: diagramas e esquemas de argumentos

Os argumentos que normalmente encontramos, tanto nos contextos quotidianos dos editoriais dos jornais, como nos contextos académicos, como a escrita filosófica, são apresentados de uma forma bastante discursiva. Os exemplos são acumulados, os princípios declarados, as objecções levantadas e combatidas e as reivindicações feitas. A compreensão de tais argumentos é muitas vezes auxiliada por uma análise que tenta estabelecer os componentes do argumento e as relações entre eles. Uma vez formulada com precisão a afirmação e identificados os vários materiais de apoio, torna-se muito mais fácil ver exactamente o que o argumento pretende estabelecer e se o faz com sucesso. Suposições normalmente implícitas serão identificadas e,

muitas vezes, mudanças sutis de significado serão descobertas. A análise de argumentos desta forma tem sido há muito tempo o estoque de filósofos e críticos, mas ao longo dos últimos vinte e cinco a trinta anos o estudo de métodos para reformular argumentos desenvolveu-se na disciplina da lógica informal, dada um impulso considerável pelo crescente importância dada ao ensino do pensamento crítico, especialmente nos Estados Unidos. Existem agora muitos livros dedicados a este tópico, dos quais [191] e [168] podem servir como exemplos.

Embora muitas das análises de argumentos sejam expressas em linguagem natural, existe também uma tradição de utilização de diagramas para explicar as relações entre os componentes dos argumentos. Os primeiros exemplos são Wigmore [190], que usou diagramas para representar os elementos de casos jurídicos, e Toulmin [178], que fez uso de uma estrutura diagramática simples para promover o pensamento crítico sobre os argumentos.

Quer sejam analisadas através de texto ou de diagramas, é surpreendente que as declarações de apoio produzidas a partir da análise muitas vezes não pareçam implicar a afirmação. De um ponto de vista, o dedutivismo, tais argumentos são considerados elípticos, com algumas premissas ocultas. Esta visão leva os seus expoentes a reconstruir tais argumentos, tratando os pressupostos como premissas implícitas que, quando adicionadas, produzem um argumento dedutivo. Esta visão está subjacente a muitas reflexões sobre argumentos em IA: talvez seja a abordagem padrão definir um argumento como uma sequência de etapas de inferência, seja em uma lógica clássica ou não monotônica (ver, por exemplo, [47] para uma definição recente argumento nestes termos). Na lógica informal, contudo, o dedutivismo não é universalmente aceite, com base no facto de um modelo tão restritivo não conseguir fazer justiça à riqueza e variedade de argumentos encontrados na linguagem natural. Como será discutido abaixo, a visão de que nem todos os argumentos podem ser reconstruídos como argumentos dedutivos também recebeu atenção na IA.

Uma ferramenta importante na lógica informal inicial foi o estudo das falácias, conforme discutido na Secção 2.2 – padrões de raciocínio deficiente que de alguma forma imitam o bom raciocínio – e foram identificados vários padrões de raciocínio falacioso. Há, contudo, um outro lado disto: alguns destes padrões parecem de facto apresentar exemplos de bom raciocínio. Os padrões estereotipados de bom raciocínio são frequentemente denominados esquemas de argumentação. Considere “se p então q , e q , então p ”. Num certo nível, isto é simplesmente falacioso, a falácia de afirmar o antecedente. Muitas vezes, porém, este padrão é usado para expressar um argumento perfeitamente bom baseado na “inferência da melhor explicação”. É claro que, para ser um bom argumento, não só o antecedente tem de ser uma explicação do consequente, mas todas as outras explicações potenciais do consequente têm de ser consideradas, e este antecedente específico deve ser escolhido como a melhor explicação.

A abordagem dedutivista seria enumerar todas as explicações e demonstrar a falsidade de todas as explicações, exceto a preferida.¹⁹ É, no entanto, muitas vezes impraticável enumerar todas as explicações e, mais ainda, eliminar todas as explicações alternativas. Em vez disso, é possível fornecer uma explicação mais processual em termos de esquemas de argumentos, por ex. [186]. Aqui a instanciação de um esquema de argumento tal como “inferência para a melhor explicação” dá uma justificação presuntiva para a conclusão. O esquema de argumentação está, no entanto, sujeito a uma série de questões críticas características do esquema, tais como, para inferência sobre a melhor explicação, existe uma explicação alternativa?, que desafiam esta presunção. Nesta perspectiva, a conclusão presumível manter-se-á a menos que seja produzida alguma explicação alternativa. Caso tal explicação alternativa seja produzida, a presunção pode ser defendida mostrando que é falsa, ou pelo menos inferior à explicação original. Isto tem grande apelo para modelar o raciocínio num contexto de informações incompletas e recursos limitados,

ambos comuns na IA. A conclusão é justificada não pela demonstração, mas pela resistência ao procedimento crítico apropriado nas circunstâncias particulares. Isto leva então à consideração de quais esquemas de argumentos devem ser aceitos e quais questões críticas estão associadas a eles. Ref. [186] lista mais de vinte esquemas, mas a lista é extensível. Outro conjunto de esquemas de argumentos pode ser encontrado em [145].

Nos últimos anos, tem havido uma importante fertilização cruzada entre a lógica informal e a ciência da computação.

0

A prática da diagramação de argumentos é uma área que pode ser eficazmente apoiada com ferramentas informáticas, fornecendo suporte informático, e os diagramas de argumentos oferecem uma forma atractiva de apresentar os frutos do raciocínio automático. Durante a década de 1990, um foco principal foi o esquema de argumento diagramático de Toulmin: [128] e [120] fornecem dois exemplos iniciais. Outra ferramenta muito influente, não baseada em Toulmin, foi o gIBIS [60]. Uma ferramenta mais geral em uso atualmente é a Araucária [162]. Araucária fornece uma maneira geral de construir diagramas de argumentos, inclui facilidades para representar esquemas de argumentos e permite a tradução entre os diagramas originais de Araucária e diagramas nas formas introduzidas por Toulmin e Wigmore. Embora o uso de Araucária tendesse a se concentrar em argumentos específicos, outras ferramentas, como o Claimaker e o Compendium, desenvolvidos no Knowledge Media Institute da Open University, pretendiam fornecer uma visão geral de todo um corpo de pensamento de vários autores, como o debate sobre inteligência da máquina de Turing (por exemplo, [111.179]).

O avanço da World Wide Web também fez com que a visão de um recurso on-line de argumentos modelados estivesse disponível para todos, e desse recurso se tornasse extensível à maneira da Wikipedia. Para um exemplo da modelagem textual tradicional dos argumentos de Aristóteles e Platão, ver o Projeto Archelogs de Scaltsas [11]; com

relação aos diagramas, muitas das outras ferramentas mencionadas acima também estão disponíveis para uso na Web. À medida que esta visão se espalha, tem havido uma tentativa de reunir várias vertentes deste trabalho e de produzir um padrão para representar e trocar argumentos. Isso resultou no Argument Interchange Format (AIF) [56]. Um desenvolvimento do AIF concebido para permitir o fornecimento de um grande corpus de argumentos representados on-line é o tema do artigo de Rahwan et al. [158] neste volume.

Tem havido um intercâmbio crescente entre lógicos informais e pessoas que argumentam na ciência da computação, e uma série de eventos interdisciplinares foram organizados, promovendo a colaboração, por exemplo. [161]. A partir destas colaborações floresceu o interesse em esquemas de argumentação. A noção de argumentos presuntivos como a instanciação de esquemas de argumentos sujeitos a questionamento crítico influenciou particularmente dois dos artigos deste volume: Gordon et al. [97], enfatizam a natureza processual da justificação usando um esquema de argumento generalizado, enquanto Atkinson e Bench-Capon [19] oferecem uma exploração detalhada de um esquema de argumento particular e suas questões críticas.

3.5. Domínios e aplicativos especializados

Há uma série de disciplinas específicas nas quais a argumentação é central e que têm estilos específicos de argumentação associados a elas. Uma dessas áreas que tem sido objeto de muitas pesquisas relacionadas à argumentação em IA é o Direito (ver [166] para uma pesquisa sobre IA e pesquisa em Direito, e para visões gerais da argumentação em IA e Direito, ver [33,34]). A argumentação é particularmente importante no direito: um caso jurídico normalmente centra-se num conflito entre duas partes que é resolvido pela produção de argumentos de cada lado num esforço para persuadir o juiz de que o seu lado está certo. O juiz então decide qual parte favorecer e publica uma

decisão na qual argumenta por que sua decisão é justificada. A modelação do raciocínio jurídico pode então ser vista, em grande medida, em termos de modelação do argumento, e por isso não é surpreendente que as tentativas de compreender a argumentação jurídica tenham sido uma vertente fundamental na IA e no Direito.

Um dos primeiros projetos de IA e Direito foi o projeto Taxman de Thorne McCarty ([127] fornece uma boa resumo). A ideia ali era modelar o argumento das opiniões majoritárias e minoritárias do STF

decisão num famoso caso fiscal, *Eisner vs Macomber*, que se centrava na questão de saber se uma determinada emissão de ações era rendimento ou não. Esse caso é bastante representativo do argumento jurídico: há coisas a serem ditas de ambos os lados, e o veredicto foi duvidoso e – como atesta a existência de uma decisão minoritária – é até possível justificar a conclusão para qualquer uma das partes.

Na década de 1980, a argumentação jurídica foi perseguida pelo influente projeto HYPO de Rissland e Ashley [14], que modelou a discussão de casos no campo da Lei de Segredos Comerciais dos EUA. Características importantes deste sistema foram a modelagem do argumento contraditório como uma estrutura de três camadas, onde um caso é primeiro citado e depois contestado pela outra parte, antes de finalmente a parte original ter a chance de refutar, e a modelagem dos fatos como dimensões de modo a permitir a criação de casos hipotéticos através do fortalecimento ou enfraquecimento de casos em aspectos específicos. Este trabalho se dividiu em duas vertentes, CABERET [174], que identificou um conjunto de movimentos e estratégias de argumento, e CATO [3], que foi projetado para ensinar o estilo HYPO de raciocínio com casos para estudantes de direito. Outro artigo importante nesta tradição foi [119], que estendeu a noção de movimentos de argumento para incluir a reformulação de posições para descobrir a lógica subjacente à posição, para melhor identificar o ponto em que a atacar.

Este trabalho, predominantemente oriundo dos EUA, concentrou-se em casos e argumentos baseados em casos precedentes. Na Europa, o foco estava antes na representação do direito, particularmente do direito estatutário, como regras. Um problema fundamental com tais representações era que as regras eram frequentemente conflitantes e de aplicação incerta porque continham termos de textura aberta. Embora a argumentação tenha sido sugerida há muito tempo como uma abordagem para resolver a textura aberta [35], foi somente em [73] que foi oferecida uma maneira de abordar o conflito, a derrotabilidade e a reintegração em termos de estruturas de argumentação que o argumento se tornou aceito como central para abordagens baseadas em regras. Prakken, por ex. [153], foi particularmente influente na promoção da ideia de que os argumentos conflitantes gerados a partir da representação baseada em regras deveriam ser avaliados sendo organizados em uma estrutura de argumentação no estilo Dung, a fim de resolver o conflito. Uma vez que a argumentação foi apreciada pelos expoentes baseados em regras da IA e do Direito, a divisão entre a argumentação baseada em regras e a argumentação baseada em casos diminuiu, e a integração das abordagens foi ainda mais facilitada por trabalhos que modelaram o raciocínio do estilo HYPO em termos baseados em regras, como [156].

Outro tema importante e relevante para a argumentação em IA e Direito diz respeito à modelagem do raciocínio jurídico como um jogo de diálogo. Esta abordagem foi introduzida na IA e no Direito pelo Pleadings Game de Gordon [96], que modelou o processo pré-julgamento de petição, projetado para identificar quais aspectos de um caso foram acordados e quais foram contestados. O elemento-chave aqui foi que o diálogo foi usado para modelar o processo de uma disputa legal, apelando à noção de justiça processual, segundo a qual uma decisão obtém a sua validade por ser o resultado de um procedimento devidamente conduzido. Seguiram-se uma série de jogos de diálogo legalmente dirigidos, como [26.113.114.181]. A ênfase na argumentação como um processo

dialético é refletida nos artigos de Gordon et al. [97] e Artikis et al. [13] neste volume. Outro domínio importante no qual a argumentação tem sido aplicada é o da medicina e uma demonstração inicial da sua eficácia neste contexto é fornecida no trabalho de Fox et al. [90]. O artigo de Mozina et al. [132] neste volume descreve o uso da argumentação para aprimorar uma técnica de aprendizado de máquina também relacionada à medicina, mas uma aplicação anterior aplicou a mesma técnica no domínio jurídico [133]. Esta breve discussão sobre argumentação em IA e Direito mostra que é um bom exemplo de como os desenvolvimentos em técnicas de argumentação, como técnicas baseadas em casos, diálogo e estruturas de argumentação de Dung, foram absorvidas por uma área específica de aplicação e desenvolvidas dentro dela, impulsionadas por problemas e necessidades específicas decorrentes desse domínio. Esses desenvolvimentos retroalimentaram a argumentação em geral. Embora nenhum dos artigos deste volume seja especificamente direcionado ao direito, vários dos autores são defensores desse campo (Sergot, Bench-Capon, Gordon e Prakken foram todos presidentes de programa da Conferência Internacional bienal sobre IA e Direito, e muitos dos demais autores também publicaram em AI e Law).

3.6. Outras tendências importantes

Os temas discutidos nas seções anteriores refletem as principais tendências de interesse dos artigos que contribuem para este volume. Seria inapropriado, no entanto, considerá-los como definindo todo o âmbito da argumentação em IA. Por esta razão, delineamos agora muito brevemente um seletivo número de áreas que, embora não sejam explicitamente consideradas em artigos subsequentes, merecem alguma discussão. Considerações de espaço impedem uma análise mais detalhada desses campos e os leitores interessados são direcionados às referências indicadas e às bibliografias associadas para tratamentos mais extensos.

Um modelo formal de argumentação com algumas características em comum com os métodos AF e ABF é encontrado em

Estruturas de argumento dedutivo. Estes modelam um argumento para uma afirmação p como um par S, p em que S é uma coleção de fórmulas (proposicionais) (chamadas de suporte) extraídas de uma base de conhecimento e cuja aceitação coletiva (logicamente) implica a conclusão p . O conceito usual de “ataque” adotado é o da conclusão de um argumento ser inconsistente com o apoio de outro. Os tratamentos da argumentação utilizando este modelo são fornecidos numa série de artigos de Besnard e Hunter [39, 40, 102, 103]; a relação entre estruturas dedutivas e AFs é examinada em um artigo recente de Wooldridge et al. [193]. Uma série de questões atuais dentro deste modelo são o tema do projeto Argumentation Factory de Hunter [15].

O facto de a informação utilizada na argumentação ser frequentemente incerta sugere que a teoria das probabilidades é uma abordagem analítica natural a adoptar. Em consequência, vários modelos de argumentação probabilística foram apresentados. A série de artigos de Benferhat, Dubois e Prade [36 – 38] e as análises mais recentes de Amgoud e Prade [6, 9, 10] fornecem excelentes exemplos de tais métodos. Outros trabalhos relacionados baseiam-se em conceitos de lógica possibilística e foram desenvolvidos em artigos recentes de Alsinet et al. [1, 2].

Os tratamentos da linguagem natural e da argumentação remontam ao trabalho fundamental de Birnbaum et al. [42] e Alvarado e Dyer [4, 5]. Uma tendência recente importante nos estudos da linguagem natural tem sido no sentido de gerar argumentos de linguagem natural, em vez da análise interpretativa que sustenta trabalhos anteriores. Os artigos de Green e Carberry [99], Walker et al. [185] e Carenini e Moore [49] fornecem uma boa visão geral dessas tendências recentes nas abordagens de linguagem natural para argumentação.

Concluimos este breve resumo observando uma área de atividade que está apenas começando a ser desenvolvida no

estudo da argumentação em IA. Em nossa análise do trabalho de Dung [73], um aspecto disso que não foi considerado é – como enfatizado no título de [73] – sua relação com a teoria clássica dos jogos, iniciada por von Neumann e Morgenstern [136]. A questão de como a semântica baseada em extensão em AFs se relaciona com conceitos clássicos de soluções em jogos com n jogadores, por ex. conforme descrito em Osborne e Rubinstein [138] – foi revisado no trabalho de Roubouts [163].

De particular interesse é até que ponto o estudo da argumentação pela IA pode beneficiar (e, de facto, contribuir para) a teoria bem estabelecida do debate nos modelos económicos da teoria dos jogos. Um tratamento típico e acessível da argumentação em tais modelos é fornecido em Glazer e Rubinstein [94].

4. Resumo

Como vimos, a argumentação abrange uma ampla gama de abordagens e preocupações e recorreu a influências de diversas fontes. Neste volume selecionamos, dentre um número substancial de submissões de boa qualidade, um conjunto de artigos destinados a refletir essa diversidade tanto de abordagem quanto de preocupação.

Vários dos artigos baseiam-se em estruturas de argumentação abstratas introduzidas por Dung. Central para essas estruturas baseadas em argumentação é a semântica baseada em extensão, mas uma série de semânticas concorrentes foram propostas. O artigo de Dung et al. considera uma dessas alternativas – a semântica ideal – cuja motivação subjacente é fornecer uma forma baseada em extensão que relaxe os requisitos extremamente céticos da semântica fundamentada de Dung, ao mesmo tempo que é menos crédula do que a semântica de admissibilidade. O artigo de Baroni e Giacomin tenta trazer algum princípio e ordem ao tratamento da semântica baseada em extensão, propondo uma série de critérios pelos quais tal semântica pode ser avaliada e aplicando esses critérios a uma gama representativa de

propostas existentes. Esta exploração sistemática dos pontos fortes e fracos das diversas semânticas proporciona uma excelente visão geral do que foi proposto e das questões em jogo. A necessidade de identificar extensões de vários tipos em estruturas de argumentação, a fim de avaliar o status dos argumentos dentro delas, dá origem a uma série de problemas de decisão, vários dos quais demonstraram ser computacionalmente intratáveis, embora possam existir procedimentos de decisão eficientes se certas restrições são impostas. As estruturas de argumentação são naturalmente representadas como grafos, e o artigo de Dunne examina as propriedades de complexidade das estruturas de argumento que estão sujeitas a certas restrições teóricas dos grafos. Estas restrições demonstraram ter resultados positivos para alguns problemas de decisão, embora outros permaneçam intratáveis. A maior parte dos trabalhos sobre estruturas de argumentação investigou uma estrutura única. Em muitas aplicações, contudo, os quadros de argumentação podem ser desenvolvidos de forma independente. Se forem desenvolvidas várias dessas estruturas, poderá haver argumentos incluídos em algumas, mas não em todas, e poderá haver desacordo no que diz respeito à relação de ataque. Para que as diferentes perspectivas sejam reunidas, os vários quadros precisam de ser fundidos e as diferenças entre eles reconciliadas para alcançar algum tipo de consenso. O artigo de Coste-Marquis et al. investiga questões relacionadas à fusão de estruturas no estilo Dung. Mostram que a votação simples não é adequada e oferecem um quadro geral no qual os quadros podem ser fundidos de uma forma baseada em princípios. O problema de extrair consenso de um grupo de agentes com perspectivas diferentes também é tema do artigo de Nielsen e Parsons. No seu tratamento, no entanto, cada agente está equipado com uma rede Bayesiana, e a sua abordagem consiste em fornecer um quadro aberto no qual os agentes podem usar a argumentação para chegar a uma rede acordada. Na sua estrutura, os agentes podem, de forma

distribuída, explorar as consequências de vários compromissos e, assim, julgar quais são aceitáveis. Os diálogos, especialmente os diálogos entre agentes, são uma forma importante de explorar a argumentação nos sistemas.

Para que os agentes possam dialogar, deve haver algum protocolo que ambas as partes seguirão para dar sentido às trocas. O artigo de Artikis et al. dá um exemplo deste trabalho ao fornecer uma especificação na linguagem de ação C+ [93] de um protocolo baseado em um procedimento formal para resolução de disputas. Isto tem em conta as capacidades físicas dos agentes em causa, as regras do próprio protocolo e, mais importante, as consequências normativas destas regras para os agentes, as sanções em que incorrem por incumprimento e a aplicação destas sanções. No contexto dos agentes, a negociação tem sido uma área importante na qual as técnicas de argumentação têm sido aplicadas. Num sistema multiagente, a negociação pode ter aspectos sociais, na medida em que uma negociação pode muitas vezes fazer parte de uma série de encontros. Além de apresentar uma estrutura para negociação baseada em argumentação, o artigo de Ramchurn et al. investiga o efeito na negociação da oportunidade de fazer promessas oferecendo recompensas em negociações futuras em troca de concessões na negociação atual. A sua abordagem teórica é reforçada por um estudo empírico que mostra que isto pode melhorar tanto a eficiência da negociação como a utilidade dos negócios. Outra característica importante dos agentes é que eles absorvem informações do seu ambiente e precisam formar e ajustar as suas crenças com base nesta evidência. Raciocinar com evidências é o tema do artigo de Oren et al. que fornecem uma estrutura para argumentar sobre evidências com base na Lógica Subjetiva que permite que fatores importantes como o acúmulo de evidências e o ônus da prova sejam levados em consideração. O trabalho se insere num contexto dialógico em que diferentes agentes podem ter diferentes utilidades associadas à aceitação de determinados fatos.

Uma importação importante da lógica informal para a argumentação da IA é a noção de esquemas de argumento. Oren et al. fazer uso de diversos esquemas apropriados ao raciocínio probatório. O artigo de Atkinson e Bench-Capon fornece uma exploração aprofundada de um esquema de argumento único, concebido para justificar escolhas sobre o que deve ser feito em situações particulares. De primordial importância aqui é a noção de questões críticas, os meios pelos quais a presunção dada pela instanciação do esquema pode ser desafiada, e os mecanismos pelos quais os aspectos subjetivos da escolha podem ser capturados, tendo em conta os interesses e aspirações individuais. do agente que faz a escolha. A noção de esquemas de argumentos também é central no artigo de Gordon et al. que fornece uma estrutura geral na qual os esquemas de argumentos e suas questões críticas associadas podem ser representados. A estrutura enfatiza a natureza processual da argumentação, os encargos de apresentação e persuasão colocados sobre aqueles envolvidos na argumentação e os padrões de prova exigidos para cumpri-los, todos os quais são necessários para determinar o estatuto dialético das reivindicações apresentadas. Também inspirando-se no trabalho sobre lógica informal, o artigo de Rahwan et al. descreve uma visão de uma rede mundial de argumentação, que pode atuar como um repositório extensível de argumentos representados. Com base num padrão proposto para o intercâmbio de argumentos, eles descrevem uma plataforma aberta para representar argumentos e para construir redes de argumentos interligadas e dinâmicas para formar um recurso publicamente disponível. O artigo final, de Mozina et al., apresenta um exemplo interessante de como a argumentação pode ser usada para dar uma nova abordagem a um problema tradicional. Eles mostram como a argumentação pode ser aplicada em Aprendizado de Máquina usando argumentos de um especialista para orientar a aprendizagem de conceitos usando um algoritmo de indução de regras adaptado. A argumentação é capaz tanto de melhorar a eficiência, ao focar a busca, quanto de melhorar

a qualidade das regras induzidas, aproximando-as dos termos em que seriam expressas pelo especialista.

Os tratamentos computacionais da argumentação com referência à IA são agora objeto de uma série de reuniões bem estabelecidas, por ex. ArgMAS dentro do programa de workshops da AAMAS, Modelos Computacionais de Argumento Natural (CMNA) alternando entre ECAI e IJCAI; uma conferência bienal (COMMA) [59] foi inaugurada em 2006 e destina-se a complementar estes workshops. Também é interessante o número de projetos de pesquisa em larga escala relacionados à argumentação que estão atualmente em andamento. Entre eles estão ASPIC [16] abordando questões decorrentes da prestação de serviços de argumentação e ARGUGRID [12] visando explorar a tecnologia de argumentação como base para aplicações de Grade Semântica.

As contribuições para este volume mostram a gama de trabalhos actualmente produzidos em argumentação em IA e esperamos que estes encorajem especialistas de áreas de IA onde tais ideias ainda não foram totalmente exploradas a considerar que técnicas de argumentação podem ter para lhes oferecer. A partir da diversidade de contribuições e dos seus antecedentes, conforme descrito nesta introdução, vários pontos são evidentes: que a argumentação em IA agora informa o desenvolvimento de muitos tópicos de IA historicamente centrais; e que o tratamento computacional da argumentação evoluiu dos modelos abstratos pioneiros em [43, 73], através de metodologias que oferecem realizações eficazes de técnicas de argumentação, para implementações práticas direccionadas a aplicações concretas. O mais significativo, porém, é que o conjunto de teorias, técnicas e aplicações que discutimos está muito longe de abranger uma descrição final e definitiva do escopo e dos limites do que as abordagens baseadas na argumentação podem oferecer para o avanço da IA como uma disciplina científica. : muitas questões permanecem sem solução, muitos caminhos inexplorados e muitas aplicações oferecem uma riqueza de possibilidades para trabalhos futuros. Quando as pessoas participam num debate fundamentado, estão envolvidas numa

argumentação e não numa demonstração. Assim, a argumentação, em vez da demonstração lógica, deve ser vista como a técnica central para justificar afirmações.

Reconhecimentos

Os 12 artigos que aparecem neste volume foram selecionados de um total de 30 artigos submetidos para publicação neste número especial. A tarefa de finalizar esta seleção teria sido impossível sem as análises detalhadas nos relatórios de mais de 50 revisores. Temos o prazer de aproveitar esta oportunidade para agradecer aos revisores pelos seus esforços diligentes e completos em contribuir para este volume. Além disso, agradecemos a Mike Wooldridge por fornecer muitas observações úteis sobre uma versão anterior da introdução. Também somos extremamente gratos a Anki Rune por seu trabalho em nome da AIJ no acompanhamento do progresso dos artigos submetidos e na minimização das complexidades administrativas que de outra forma teriam surgido. Finalmente, agradecemos a Ray Perrault pelo seu incentivo e apoio a esta edição especial.



